BHS III 83-3

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellschaft
Bibliothek:
Gruppe: III
B Nr. 83

Dr. Moritz Rühlmann:

Allgemeine Maschinenlehre

Dritter Band

Dr. Moritz Rühlmann:

Allgemeine Maschinenlehre.

Dritter Band.

Allgemeine Maschinenlehre.

Ein Leitfaden für Vorträge,

sowie zum Selbststudium des heutigen Maschinenwesens, mit besonderer Berücksichtigung seiner Entwicklung.

Für

angehende Techniker, Cameralisten, Landwirthe und Gebildete jeden Standes.

Von

Dr. Moritz Rühlmann,

Professor an der königl. preuss. polytechnischen Schule zu Hannover, Ritter des königl. hannov. Guelphenordens dritter Classe und des Ordens der kaiserlich franz. Ehrenlegion, Officier des öffentlichen Unterrichts von Frankreich etc.

Dritter Band.

Strassen- und Eisenbahnfuhrwerke einschliesslich der Locomotiven.

Mit 289 Holzschnitten und vier lithographirten Tafeln.

Braunschweig,

C. A. Schwetschke und Sohn.

(M. Bruhn.)

1868.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Mehrfache Gründe, hauptsächlich um den Studirenden des Hannoverschen Polytechnikums die Anschaffung meines Werkes möglichst zu erleichtern, ferner um den sonstigen Abnehmern des Buches, so schnell als es thunlich war, wieder ein abgeschlossenes Ganzes übergeben zu können — was auch als völlig selbstständige Arbeit über Strassen- und Eisenbahnfuhrwerke für sich bestehen könnte —, waren Veranlassung, meinen Herrn Verleger zu ersuchen, mit gegenwärtigem zweiten Hefte den dritten Band abzuschliessen.

Bei der verhältnissmässig geringen Zahl guter, praktisch brauchbarer Schriften über Construction der Strassenfuhrwerke und bei der umfangreichen Masse von Material über Eisenbahnfahrzeuge ward mir die Bearbeitung dieses Bandes besonders schwer und hoffe ich, dass nachsichtige Beurtheiler mit dem, was ich zu liefern bemüht war, die Verzögerung des Erscheinens entschuldigen werden.

Von den vortrefflichen Thonet'schen Rädern mit eingelegten Speichen und mit eigenthümlicher Achsschenkelbüchse, für schweres Strassenfuhrwerk, erhielt ich erst so spät specielle Kenntniss, dass diese nicht mehr aufgenommen werden konnten. Als betreffende Ergänzung dürfte eine neuerdings von mir geschriebene Abhandlung über diese Räder dienen, welche sich in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1867, S. 42, abgedruckt findet.

Im Capitel „Bremsen" Seite 228 mögen Sachkenner die Nichterwähnung der Zeh'schen Klappen (in den Dampf-

ausströmungsröhren) zum Bremsen und Reguliren der Bewegung eines Eisenbahnzuges damit entschuldigen, dass meines Wissens ausser Oesterreich diese Anordnung wenig oder gar keine Anwendung gefunden hat und dass mir die einzige (?) vorhandene gedruckte Notiz darüber (in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieurvereins, Jahrgang 1861, S. 14) ebenfalls zu spät bekannt wurde. Ebenso war der Abschnitt „Personenwagen" (§. 19) bereits gedruckt, als mir Herr Wagenfabrikant Reifert in Bockenheim bei Frankfurt a. M. Beschreibung und Photographien seiner neuesten, verbesserten Eisenbahn-Personenwagen mit Doppelfedern (wodurch der Oberwagen vom Unterwagen zweckmässig getrennt wird) gütigst zum Geschenke machte, worüber seitdem Herr Heusinger von Waldegg im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens (1867, Seite 154) ausführlich Bericht erstattet hat.

Die ursprünglich ebenfalls für den dritten Band bestimmten Abschnitte: „Dampfschiffsmaschinen", „Hebmaschinen für flüssige und feste Körper" (einschliesslich Bagger- und Rammmaschinen) werden nunmehr einen vierten Band bilden, dessen Umfang jedoch möglichst beschränkt werden soll.

Beim Lesen der Correcturen dieses Bandes waren mir die Studirenden unseres Polytechnikums, die Herren Haake und Lahmeyer, derartig behülflich, dass ich es für besondere Pflicht halte, denselben hiermit meinen besten Dank abzustatten. Ein eben solcher gebührt aber auch meinem Herrn Verleger, der auch gegenwärtigen Band in würdiger Weise auszustatten nicht verfehlt hat.

Hannover, im December 1867.

Rühlmann.

Inhaltsverzeichniss.

Zweite Abtheilung.

Maschinen zur Verrichtung nützlicher mechanischer Arbeiten.

Siebenter Abschnitt.

Maschinen zur Ortsveränderung der Körper.

Erstes Capitel.

Strassen-Fuhrwerke.

§.		Seite
1.	Geschichtliche Einleitung	1
	Schleifen und Schlitten	1—8
2.	Räderfuhrwerke der ältesten Zeiten bis zur Blüthe Griechenlands	9
3.	„ der Römer	20
4.	„ nach dem Verfalle Roms bis zur Gegenwart	31
5.	Strassenfuhrwerke der Gegenwart.	
5—7.	A. Lastfuhrwerke	60
8.	B. Luxusfuhrwerke	93
9.	Von den Zugwiderständen der Fuhrwerke.	
	I. Schlitten oder Schleifen	110
	II. Räderfuhrwerke	112
10.	Strassen-Dampfwagen	128
11.	Weg- oder Strassen-Walzen	143
12.	Strassen-Kehrmaschinen	154

Zweites Capitel.

Eisenbahnfuhrwerke.

I. Wagen (Passive Fuhrwerke).

§.		Seite
13.	Geschichtliche Einleitung.	
	Güter- und Personenwagen	156
14.	Bremsen	181
15.	Eisenbahnwagen für scharfe Bahnkrümmungen	189
16.	Eisenbahnwagen mit eisernem Untergestell und Oberbau. — Relativer Werth der Personen- und Güterwagen hinsichtlich Gewicht und Nutzlast. — Erdtransportwagen	195

§. Seite
17. Eisenbahnwagen der Gegenwart 208
a) Güterwagen . 208
18. Achsbüchsen, Tragfedern und Bremsen 223
19. b) Personenwagen 230

II. Locomotiven (active Fuhrwerke).

20.—23. Geschichtliche Einleitung.
20. 1804—1829. Von Trevithick's erster Eisenbahnlocomotive bis zur Eröffnung der Liverpool-Manchester-Bahn 246—267
21. 1830—1850. Von Robert Stephenson's „Musterlocomotive" Planet, bis zur Coulissensteuerungs-Erfindung und bis zur Zeit, wo es Deutschlands Maschinenbauanstalten gelungen war, den Bedarf an Locomotiven unabhängig von England zu machen 267—302
22. 1851—1859. Von den Concurrenzversuchen mit Berglocomotiven auf der Semmeringbahn bis zur Einführung des Giffard'schen Injectors als Speiseapparat der Locomotiven 302—321
23. 1859—1867. Von Einführung der Steinkohlen als allgemeineres Brennmaterial der Locomotiven und dem Bemühen, vollkommnere Gebirgs- und Last-Maschinen zu construiren, bis zur Gegenwart 321—341
24. Locomotiven der Gegenwart.
Allgemeine Uebersicht 341—357
25. Federn und Compensationshebel der Locomotiven 357—366
26. Die störenden Bewegungen der Locomotiven und die Mittel zu deren Beseitigung (Gegengewichte an den Triebrädern der Locomotiven) 366—371
27. Ausführlichere Beschreibung einiger Locomotiven der Gegenwart (Maschinen aus den Fabriketablissements von G. Egestorff, Beyer, Peacock u. Co., A. Borsig und Kessler in Esslingen) 371—400
28. Bewegende Arbeit des Dampfes in den Cylindern und am Umfange der Triebräder einer Locomotive 400—408
29. Widerstände und widerstehende Arbeit beim Fortschaffen eines Eisenbahnzuges 409—421
Heiz- und Rostfläche der Locomotivkessel. — Wasser- und Brennmaterialverbrauch der Locomotiven. — Reparaturkosten der Locomotiven 421—430

Zweite Abtheilung.

Maschinen zur Verrichtung mechanischer Arbeiten.

Siebenter Abschnitt.

Maschinen zur Ortsveränderung der Körper.

Erstes Capitel.

Strassenfuhrwerke.

§. 1.

Geschichtliche Einleitung[1]).

Die ältesten und zugleich einfachsten Hülfsmittel, um den Transport verhältnissmässig grosser, untheilbarer Lasten auf ho-

1) Literatur zur Geschichte der Fuhrwerke auf Strassen (ohne Radbahnen): Napoleon's Description de l'Égypte. Antiquités, Vol. II., Pl. 9, 12, 32 und Vol. III., Pl. 38; meist altägyptische Fuhrwerke von Basreliefs, Wandgemälden etc. aus Theben und der Umgegend entlehnt. — Ginzrot, Die Wagen und Fuhrwerke der Griechen, Römer und anderer alten Völker, nebst Bespannung, Zäumung und Verzierung ihrer Zug-, Reit- und Lastthiere. Erster und zweiter Band. München 1817. 4. Das Ausführlichste und Vollständigste seiner Art, zuweilen mit etwas weitgehender Bemühung, mangelnde Originalabbildungen durch Phantasiezeichnungen zu ersetzen. Bd. I. mit 38, Bd. II. mit 52 Kupfertafeln in Quart. — Derselbe, Die Wagen und Fuhrwerke der verschiedenen Völker des Mittelalters und die Kutschen neuester Zeit nebst der Bespannung, Zäumung und Verzierung ihrer Zug-, Reit- und Lastthiere. Auch des ganzen Werkes dritter Band. München 1830. 4. Mit 161 Kupfertafeln in verschiedenen Formaten. Fast das einzige Werk seiner Art, welches mit Abbildungen begleitet die Fuhrwerke des Mittelalters und die Kutschen bis zu Anfang dieses Jahrhunderts mit vielem Fleiss behandelt. — Wilkinson, The ancient Egyptians. Vol. I. und II. handelt ausführlich, mit vielen Holzschnitten ausgestattet, über Transportgeräthe (Schlitten und Räderfuhrwerke) der Aegypter. — Champollion-Figeac, Égypte ancienne. Paris 1839. Ein übersichtlich abgefasstes Werk. Ein Band, 480 Octavseiten, mit 92 Kupferplatten und einer Karte. — Pauly, Realencyklopädie der classischen Alterthumswissenschaft. Sechster

rizontalem oder geneigtem festen Boden möglich zu machen oder zu erleichtern, sind Schleifen und Schlitten[1]).

Diese Fahrzeuge (Fuhrwerke ohne Räder) bestanden von jeher aus zwei hölzernen, parallelen, durch Riegel mit einander vereinigten Bäumen (Läufern, Kufen), die an ihrer Unterseite gehörig geebnet (mit Eisen beschlagen) sind, worauf man Lasten stellt oder befestigt und die Ortsveränderung durch unmittelbares Fortziehen derselben auf dem Boden bewirkt[2]).

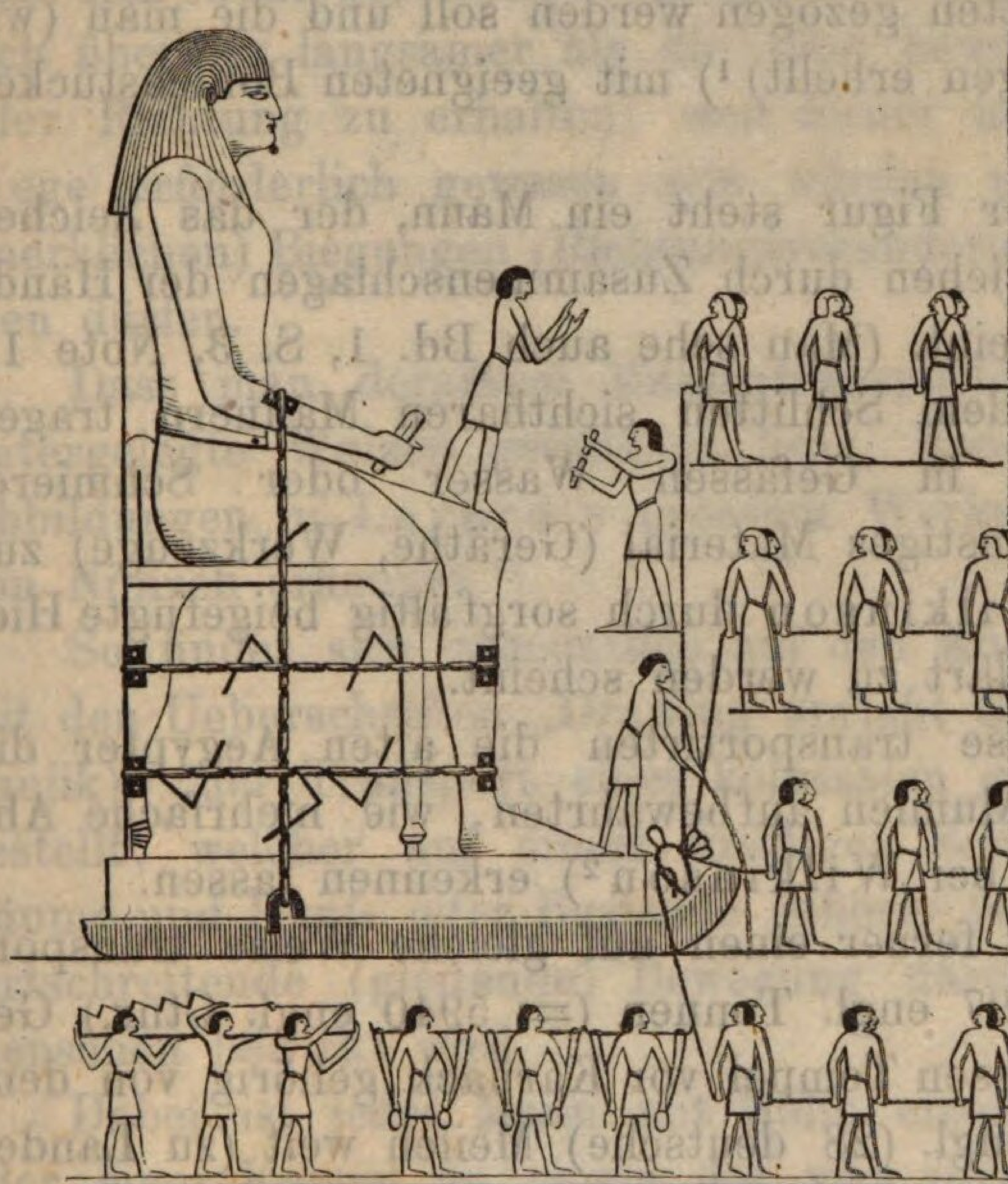
Band, zweite Abtheilung, Art. „Vehicula". In diesem Werke werden namentlich die Wagen der Griechen unter sorgfältiger Angabe classischer Quellen (jedoch ohne Beifügung von Abbildungen) besprochen. — E. Gerhard, Auserlesene Griechische Vasenbilder, hauptsächlich etruskischen Fundortes. Vier Bände Text und vier Bände Kupfertafeln. Quartformat. Berlin 1840 bis mit 1858. Das ausgezeichnetste Werk, um durch ganz vorzügliche Abbildungen unterstützt Studien über Trachten, Cultus-, Kriegs-, Hausgeräthe, Möbeln etc. der alten Griechen machen zu können. — Hermann Weiss, Kostümkunde. Stuttgart 1860. Erste Abtheilung: die Völker des Ostens. Zweite Abtheilung: die Völker von Europa. Von zahlreichen Holzschnitten begleitet, wird hier den Gespann-Fuhrwerken aller Nationen mit grosser geschichtlicher Treue und sorgfältiger Quellenangabe Rechnung getragen. — L. Weisser, Lebensbilder aus dem classischen Alterthum, nach antiken Kunstwerken und Erläuterungen dazu, von H. Kunz. Beide Stuttgart 1864, zwei zusammengehörende Werke, die sich durch reichhaltigen Stoff und Treue der Antike auszeichnen. — A. Rich, Illustrirtes Wörterbuch der römischen Alterthümer mit steter Berücksichtigung der griechischen. Enthaltend 2000 Holzschnitte. Deutsch von C. Müller. Paris und Leipzig 1862. An vielen Stellen wird hier über Gespannfuhrwerke (vorzugsweise der Römer) mit sorgfältiger Angabe der Antiken gehandelt, denen die Abbildungen entnommen sind. — Ernst Guhl und Wilh. Koner, Das Leben der Griechen und Römer. Nach antiken Bildwerken dargestellt. 2. Auflage mit 535 in den Text gedruckten Holzschnitten. Berlin 1864. Giebt mit verhältnissmässiger Kürze eine Uebersicht der vorzüglichsten Gespannfuhrwerke der Griechen und Römer. — Beckmann, Beiträge zur Geschichte der Erfindungen. Leipzig 1780. 1. Bd., 3. Stück, S. 390, Art. „Kutschen". — Ramée, Histoire des Chars, Carosses, Omnibus et Voitures de tous genres. Paris 1866. Begleitet mit 10 Platten sehr hübsch ausgeführter Holzschnitte. Eine Arbeit, welche insbesondere Rücksicht auf die Geschichte der Räderfuhrwerke Frankreichs nimmt, wobei jedoch überall verschwiegen wird, wie sehr der Verfasser (wörtlich) die Beckmann'sche Geschichte der Kutschen benutzt hat.

1) Schlitten benutzt man ausschliesslich im Winter auf Schnee- und Eisbahnen, Schleifen verwendet man auch im Sommer auf glattem Steinpflaster und sonst geeignetem Erdboden.

2) Die Zugkraft hat auf horizontalem ebenen Boden niemals das ganze absolute Gewicht von Last und Fahrzeug, sondern lediglich die gleitende Reibung zwischen den Schleifen- oder Schlittenkufen und dem Boden zu überwinden. Bezeichnet man mit W das fortzuschaffende Totalgewicht, mit f den Rei-

Nachstehende, dem vorher angeführten Buche Champollion-Figeac's[1]) entlehnte Abbildung (Fig. 1) lässt erkennen, wie man im alten Aegypten kolossale Steinfiguren und monumentale Baustücke mittelst Schlitten von den Steinbrüchen aus nach dem oft sehr entfernten Aufstellungsorte transportirte. Die hier abgebildete Statue (eine Privatperson, keinen König darstellend) hat etwas über 22 Fuss engl. Höhe und ist durch doppelte Seile auf dem Schlitten befestigt.

Fig. 1.



Die erforderliche Spannung der Seile erzeugt man schliesslich durch geeignete Drehung mittelst in entsprechenden Abständen dazwischen gesteckter hölzerner Stöcke (Pflöcke, Reitel). Platten von Leder, Blei etc. wurden dabei an denjenigen Stellen der Statue aufgelegt, woselbst die Seilreibung ohne diese Vorsicht eine Beschädigung veranlassen konnte. An dem Vordertheile des Schlittens

bungscoefficienten, so lehrt die Erfahrung, dass man (für gewöhnliche Fälle genau genug) die Zugkraft $= P$ setzen kann:

$$P = f \cdot W.$$

Der kleinste zur Zeit bekannte Reibungscoefficient f wurde von Rennie beobachtet, und zwar bei der Reibung von Eisen auf Eis zu $f = 0{,}0143 \left(= \frac{1}{69{,}81}\right)$. Nach dem Berichte einer Commission des Franklin-Instituts über Reibungsversuche vom Stapel laufender Kriegsschiffe (Civil Engineer and Architect's Journal, Jahrg. 1859, S. 11) ist der mittlere Werth des Reibungscoefficienten der Bewegung von Holz auf Holz, wenn mit Talg geschmiert wird, circa $^1/_{30}$, genauer 0,033 bei einem Druck von 20 bis 50 Pfd. pro Quadratzoll. Coulomb fand schon (man sehe des Verfassers Grundzüge der Mechanik S. 205) in gleichem Falle

$$f = 0{,}037 \left(= \frac{1}{27}\right).$$

1) P. 149, Taf. 32.

waren Zugseile (hier vier) befestigt, woran an jedem 43 Mann anfassten (bei Wilkinson sämmtlich abgebildet), so dass überhaupt 172 Menschen den Transport bewirkten. Am vorderen Ende des Schlittens bemerkt man einen Arbeiter, welcher irgend ein Schmiermittel (Oel, Wasser etc.) aus einem Gefässe auf die Bahn schüttet, über welche der Schlitten gezogen werden soll und die man (wie aus anderen Abbildungen erhellt)[1]) mit geeigneten Bohlenstücken vorher belegt hatte.

Auf dem Knie der Figur steht ein Mann, der das Zeichen zum gemeinsamen Anziehen durch Zusammenschlagen der Hände gegeben zu haben scheint. (Man sehe auch Bd. 1, S. 3, Note 1.)

Von den unter dem Schlitten sichtbaren Männern tragen wahrscheinlich einige in Gefässen Wasser oder Schmieröl zu, andere bringen sonstiges Material (Geräthe, Werkzeuge) zur Stelle, was Alles bei Wilkinson durch sorgfältig beigefügte Hieroglyphen genauer erklärt zu werden scheint.

Auf dieselbe Weise transportirten die alten Aegypter die Särge, worin sie ihre Mumien aufbewahrten, wie mehrfache Abbildungen aus Theben bei Wilkinson[2]) erkennen lassen.

Wilkinson führt ferner einen auf gleiche Weise transportirten Obelisken von 297 engl. Tonnen (= 5940 engl. Ctnr.) Gewicht an, der zum grossen Tempel vor Karnack gehörig von dem Steinbruche aus 138 engl. (28 deutsche) Meilen weit (zu Lande) fortgeschafft werden musste.

Monolithen, beispielsweise der Tempel von Latona und Buto, sollen Gewichte von mindestens 5000 engl. Tonnen besitzen, deren Transport wahrscheinlich auf gleiche Weise geschehen sein wird[3]).

Im Herodot finden sich (Buch 2) mehrere hierher gehörige interessante Notizen, wovon einige unten[4]) aufgenommen sind.

Andere beachtenswerthe Angaben ähnlicher Art macht Borgnis in seinem Traité complet de Mécanique, Art. „Mouvemens des Fardeaux“, Chap. VI. unter der Ueberschrift: „Transport des obélisques, des temples monolithes égyptiens etc.“, p. 189 ss.

1) Champollion-Figeac a. a. O. p. 149.

2) A. a. O. Bd. 2, S. 359, 368 und 373. Auch bei Weiss Bd. 1, S. 120.

3) Man erinnere sich hier (Bd. 1, S. 3 und 4) des Gewichts von 1914 Tonnen einer Röhre der Menai-Brücke und des Gewichts vom Schiffskörper des Great Eastern von 12375 Tonnen.

4) Unter Anderm wird (Nr. 124) von dem König Cheops Folgendes gesagt: „Er stellte Arbeiter an, um aus den Steinbrüchen im arabischen Gebirge (zum Pyrami-

Die Anwendung von kreisrunden Walzen zwischen Schlitten und Erdboden, um die gleitende Reibung in die geringere rollende Reibung zu verwandeln, scheint für weite Transporte derartig gewichtiger Massen ganz ausgeschlossen gewesen zu sein, was sich wohl durch die Unmöglichkeit erklärt, die Walzen (die sich überdies langsamer als die Last bewegen) in genau paralleler Richtung zu erhalten; weil ferner fast horizontale, ebene Wege erforderlich gewesen sein würden und wohl auch keine (merklichen) Biegungen (Richtungsveränderungen) hätten vorkommen dürfen.

Dass man derartige Massentransporte (vorzugsweise) ohne untergelegte Walzen geschehen liess, lassen auch viele schöne Abbildungen in Layard's grossem Werke über die Monumente von Niniveh erkennen [1]).

So findet sich namentlich auf den Kupferplatten 14 und 16 mit den Ueberschriften „Drawing upright Bull on a Sledge (Kouyunjik)" der Transport eines kolossalen geflügelten Ochsen dargestellt, welcher auf einem kräftigen Schlitten durch hölzerne Bäume und Hanf- oder Bastseile gehörig befestigt ist und dessen fortschreitende (gleitende) Bewegung durch eine grosse Menge Menschen bewirkt wird.

Dabei ist jeder Mann mit Hülfe eines besonderen Zugseiles oder einer Koppel an einem der vier vorhandenen Zugtaue angeschirrt (ähnlich wie man bei uns das Schiffsziehen an Seilen

denbau) Steine zu ziehen bis an den Nil, und wenn die Steine auf Fahrzeugen über den Fluss gesetzt waren, so stellte er andere an, die ziehen mussten von da bis an das Libysche Gebirge. Und es arbeiteten je zehnmal zehntausend Mann drei Monden hindurch. Und es dauerte, da das Volk also bedrückt war, zehn Jahr, dass sie bauten den Weg, darauf sie die Steine zogen, ein nicht geringeres Stück Arbeit, als die Pyramide selbst etc." — Vom König Amasis erzählt (Nr. 175) Herodot: „Zum anderen weihete er grosse Kolosse und Sphinxe und liess auch sonst noch zu Bauten Steine von übermässiger Grösse heranschaffen. Und derselben etliche liess er bringen aus den Steinbrüchen bei Memphis, die ungeheuer grossen aber aus (der Stadt) Elefantina, die da entfernt ist von Saïs eine Fahrt von 20 Tagen. Vor Allem aber das grösste Wunder ist mir dies: Er liess auch herbeischaffen von Elefantina ein Häuschen aus einem einzigen Stein und daran schafften an drei Jahre lang zweitausend Männer, die da bestellt waren es herzubringen."

1) A Second Series of the Monuments of Nineveh, from drawings made on the spot etc., by Austen Henry Layard. Seventy-one Plates. Imperial-Folio. London 1853.

ausführt), während gleichzeitig eine grosse Menge anderer Arbeiter damit beschäftigt ist, vor dem Schlitten verhältnissmässig kleine Bohlenstücke auf den Erdboden zu legen, über welchen der belastete Schlitten gezogen werden soll, noch andere endlich sind bemüht, die freigewordenen Bohlenstücke hinter dem Schlitten aufzulesen und diesem nachzutragen. Wahrscheinlich wurde hierbei der Transport nur auf kurze Entfernung beabsichtigt, da man an der Hinterseite des Schlittens durch geeignete Hebebäume und grosse Keile die Fortschaffungsarbeit stets zu unterstützen bemüht ist.

Von älteren Nachrichten zuverlässiger Art, dass man die Transporte gewichtiger Massen auf mehr oder weniger horizontalem Wege mit Vermeidung der gleitenden Reibung geschehen liess, finde hier die noch Platz, welche Vitruv im 6. Cap. des 10. Buchs seiner Baukunst über das Verfahren des Baumeisters Ktesiphon mittheilt, wie derselbe die 60 Fuss langen und schweren Säulen zum Baue des Dianentempels zu Ephesus transportiren liess [1]).

Die runden Säulenschäfte wurden an beiden ebenen Endflächen angebohrt und daselbst verhältnissmässig dünne eiserne Kreiscylinder (Bolzen, Zapfen, Achsen) befestigt, die sich in Pfannen (Ringen) eines hölzernen Rahmens drehten, woran man die Zugthiere (Ochsen) unmittelbar spannte, so dass die ganze Zusammenstellung der Art und Weise entsprach, wie man gegenwärtig die sogenannten Garten- und Ackerwalzen (Bd. 2, S. 443) anzuordnen und fortzuschaffen pflegt. Die nicht runden Gebälke (Architrave) zu den Säulen des Dianentempels liess der Sohn (Metagenes) des Ktesiphon dadurch fortschaffen, dass er ein förmliches Räderfuhrwerk (Karren mit 2 Rädern von 12 Fuss Durchmesser) bildete, dessen Achse die Unterbalken selbst ausmachten, und zwar so, dass beim Fortschaffen die Steingebälke frei über dem Erdboden schwebend gehalten wurden. Die erforderliche Zugkraft wurde auch hier von Ochsen ausgeübt, die man direct an das aus vierzölligen hölzernen Balken gebildete Gestell angespannt hatte. Abbildungen hiervon hat u. A. auch

1) Dem Verfasser liegen die Uebersetzungen des Vitruv'schen Werkes über Baukunst von A. Gualtherus (Würzburg 1548) und von A. Rode (Leipzig 1796) vor.

Rode (a. a. O. Taf. 18) zu geben versucht. Vitruv selbst hat keine Zeichnungen hinterlassen.

Beim Transporte des Vatican-Obelisken (vor der Peterskirche) in Rom, durch den Baumeister Domenico Fontana im Jahre 1586, befestigte man den beinahe 10000 Centner wiegenden Obelisken auf einem Schlitten, brachte aber zwischen dessen Kufen und dem sorgfältig geebneten und zugerichteten Erdboden 70 hölzerne Walzen an, um die gleitende Reibung in rollende umzusetzen. Ungeachtet der ganze zu durchlaufende Weg nur ein sehr kurzer war, verursachten die Walzen dennoch mancherlei Noth und Aufenthalt, weil bald einige zerbrachen, andere in den Boden eingedrückt wurden u. dgl. m., so dass ältere und auch neuere Sachverständige (unter ähnlichen Umständen) von deren Anwendung abriethen [1]).

Von den Mitteln, die Nachtheile des Walzentransportes zu vermeiden, ohne ausschliesslich gleitende Reibung überwinden zu müssen, verdient in der Geschichte besonders das Verfahren erwähnt zu werden, dessen sich 1769 Carburi beim Transporte des grossen 1217 Tonnen (= 24340 engl. Ctnr.) wiegenden Granitblockes [2]) bediente, welcher der Reiterstatue Peters des Grossen in St. Petersburg als Piedestal dient [3]).

Dieser einzelne Granitblock (Monolith) wurde in einem Sumpfe, vier Meilen von der finnländischen Küste, aufgefunden, aufgehoben (er stak 12 Fuss tief im Moraste), auf die Seite gewendet und auf eine geeignete Unterlage gelegt. Hierauf richtete man eine Strasse durch den Sumpf her, legte ein hölzernes Gleis darauf, liess Alles bis zum Winter liegen und fing den Transport erst an, als der Morast gefroren war.

Das erwähnte Gleis war aus kolossalen Balken gebildet, in deren Mitte (der ganzen Länge nach) man eine mit Metall ausgelegte Rinne geschaffen hatte. Aehnliche correspondirende Rinnen waren an der unteren Fläche der Schleife angebracht. Zwischen

1) Borgnis a. a. O.: „Mouvemens des Fardeaux", p. 195.

2) Der Block bildet ein unregelmässiges Parallelepiped von 45 Fuss engl. Länge und einer mittleren Basis von beziehungsweise 29 und 22 Fuss Seitenlängen.

3) Borgnis a. a. O. §. 258 und J. K. Brunel (der geniale Erbauer des Themsetunnels) in einem Anhange zu dem bekannten englischen Werke „The Horse (das Pferd)", deutsch von Hering (dritte Auflage), Stuttgart 1862, S. 501 ff. Beiden Quellen sind einige Abbildungen beigegeben.

beiden Rinnen liefen Messingkugeln von ungefähr 6 Zoll Durchmesser, so dass die ganze zu transportirende Masse auf 32 solchen Kugeln ruhte. Nachdem der Block einmal auf den Kugeln lag, wurde er mittelst Schiffswinden in Bewegung gesetzt. Nach dem Transport des enormen Steines auf eine Entfernung von 4 engl. (0,868 deutschen) Meilen über ungünstiges Terrain, erfolgte weiter die Ueberfahrt von 13 engl. (2,82 deutschen) Meilen auf einem besonders dazu erbauten Blockschiffe.

Nach Wissen des Verfassers hat auch diese Transportmethode bis jetzt keine Nachahmung erfahren, wahrscheinlich auch deshalb mit, weil die Reibung der Kugeln nicht unter allen Umständen eine rein rollende, sondern theilweise auch eine gleitende war, ganz abgesehen von anderen Uebeln, welche naturgemäss dies ganze Verfahren mit sich führen musste.

Den Landtransport des bereits Bd. 1, S. 3 angeführten Obelisken von Luxor (allerdings auf nur kurzen Strecken) verrichtete man deshalb auf verhältnissmässig geneigten Ebenen, wobei man (ähnlich wie es bereits die Alten machten) Sorge trug, den ganzen zu durchlaufenden Weg mit hölzernen Bohlen zu belegen, die man fortwährend mit Schmiere versah etc. [1]).

Noch heute erfolgt das Vomstapellassen, sowie das Aufziehen auf den sogenannten Helling bei den grössten Schiffen auf geeigneten schiefen Ebenen, mittelst dazwischen gebrachter Schlitten, wobei man die sich rein gleitend reibenden Flächen entsprechend mit Fett einschmiert und das Ziehen durch eine gehörige Anzahl wohlbemannter Winden (oder hydraulischer Pressen) verrichtet [2]).

§. 2.

Ungeachtet der gerügten unvermeidlichen Uebelstände bei der Bewegung von Lasten auf Walzen war es doch unleugbar, dass sich hierdurch der Zugwiderstand bedeutend verminderte, weshalb den Werkleuten die Idee kommen musste, die Achse der Walzen zu verkörpern und zu lagern, die Walze selbst aber zu zwingen, sich um diese Achse (Zapfen) zu drehen, überhaupt das Rä-

1) Delaunay: Cours élémentaire de mécanique, §. 143.

2) Man sehe hierüber die bereits Bd. 1, S. 4 citirten Quellen, welche sich auf den Transport des Riesenschiffes Great Eastern beziehen.

derfuhrwerk zu erfinden, wobei die schmalen Walzen (Räder) mit dem Gerüst (Wagengestell), worauf die Last ruht, zugleich fortgeschafft werden, und zwar (wenn die Räder nur rollen und nicht gleiten) mit derselben Geschwindigkeit.

Bei derartigen Räderfuhrwerken sind andere Widerstände wie bei der Schleife zu überwinden. Zwischen Zapfen und Pfanne (Lager) tritt eine eigenthümlich gleitende Reibung (Zapfenreibung) auf, wozu der Widerstand der rollenden oder wälzenden Reibung kommt, welche beiden Widerstände zugleich von der Zugkraft überwunden werden müssen. Die Pfannen- oder Zapfenreibung lässt sich aber durch Vergrösserung der Raddurchmesser derartig vermindern, dass der Gesammtwiderstand dennoch kleiner ausfällt, als dies bei Verwendung von Schleifen oder Schlitten der Fall ist [1]). Ausführlicheres hierüber §. 9.

Wer die Räderfuhrwerke erfunden hat, ist nicht zu ermitteln; Thatsache ist es jedoch, dass sie bereits in den ältesten Zeiten und gewiss mindestens 2000 Jahr vor Christi Geburt bekannt und in Anwendung gewesen sind.

Ein Fuhrwerk der ältesten Art, und zwar einen zweirädrigen Kriegswagen [2]) des Sohnes Ramses des Grossen, zeigt Fig. 2,

1) Zwischen Boden und Radumfang ist übrigens eine gleitende Reibung erforderlich, deren statisches Moment grösser sein muss, als das statische Moment der Zapfenreibung, wenn sich die Räder umdrehen und nicht glitschen sollen. Beim Fahren über Eis und gefrorenen Schnee drehen sich im entgegengesetzten Falle die Räder zuweilen nicht mehr, so dass das ganze Fuhrwerk geschleift wird. Wenigstens bemerkenswerth dürfte hier die Thatsache sein, dass noch im vorigen Jahrhunderte ein Franzose Namens Duquet nachzuweisen bemüht war, dass unter allen Umständen die Schlitten vor dem Räderfuhrwerke (Wagen) den Vorzug verdienten. Duquet überreichte seiner Zeit der Pariser Akademie der Wissenschaften ein Modell, wodurch er seine Behauptung zu beweisen suchte. Näheres hierüber ist in J. N. Müller's „Versuch einer systematischen Abhandlung vom Fuhrwesen“ nachzulesen, welche 1787 in Göttingen erschien. Dass sich Duquet irrte, beweist einfach die heute überall gebräuchliche Verwendung von Räderfuhrwerken statt Schlitten, da selbst bei weichen Wegen, wo die Räder zuweilen stark einschneiden, eine Vergrösserung der Felgenbreite dem Uebel abhilft. Ausnahmefälle werden naturgemäss immer die bleiben, welche bereits im Vorhergehenden erwähnt wurden, d. h. beim Transportiren von Lasten über Eis-, Schneeflächen, glattes Steinpflaster und weichen Boden, ferner wenn die Lasten so mächtig werden, dass man nicht (vortheilhaft) Räder und Achsen stark genug construiren kann, um deren Zerbrechen zu vermeiden.

2) A popular account of the ancient Egyptians. Vol. I, p. 371.

welche dem mehrfach citirten Werke Wilkinson's entnommen ist. Die bewaffnete Person ist offenbar der Königssohn, während die andere lediglich zur Leitung und Lenkung der zwei vorgespannten Pferde bestimmt ist[1]).

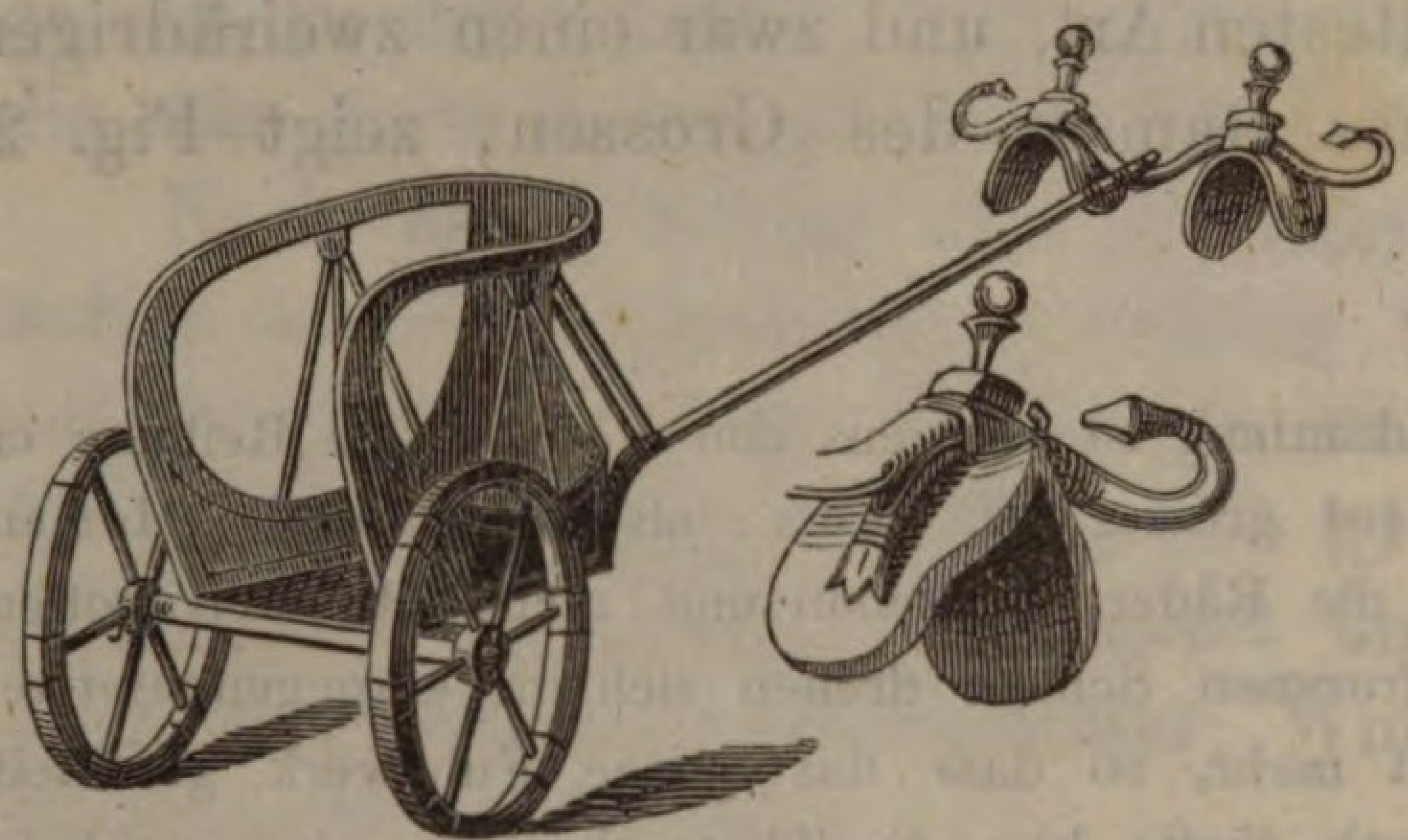
Fig. 2.



Die Bauart derartiger Wagen erhellt besser aus Fig. 3[2]), wobei überdies (im Vergleiche mit Fig. 2) auch die Art der Bespannung eine Erklärung findet.

Man erkennt leicht, dass die Räder nicht volle Scheiben bilden, sondern aus Nabe, sechs Speichen und aus einem Radkranze bestehen, welcher aus Theilen (Bogenstücken oder Felgen) zusammengesetzt ist, sowie dass sich die Räder um die Achszapfen drehen und am Ablaufen durch einen Vorstecker (Lünz, Splint) verhindert sind. Der direct auf der viereckigen, geraden Achse befestigte Wagenkasten (an welchem beim Gebrauche, wie Fig. 1 zeigt, zur Seite Pfeil- und Bogenköcher hängen) war verhältnissmässig leicht construirt und bestand aus Korbgeflecht, Holz oder Metall, wobei man entsprechende Theile mit Leder, feinen Blechen u. dgl. belegte. Die Vorderwand war weit vorgebogen, um dem Kämpfer wie dem Wagenführer möglichst grossen Spielraum zu verschaffen, und wahrscheinlich auch um beide zu-

Fig. 3.



1) Dergleichen Wagen waren es jedenfalls, von denen es im 2. Buche Mosis, Vers 7 heisst: „Pharao nahm 600 auserlesene Wagen, und was sonst von Wagen in Aegypten war" etc.

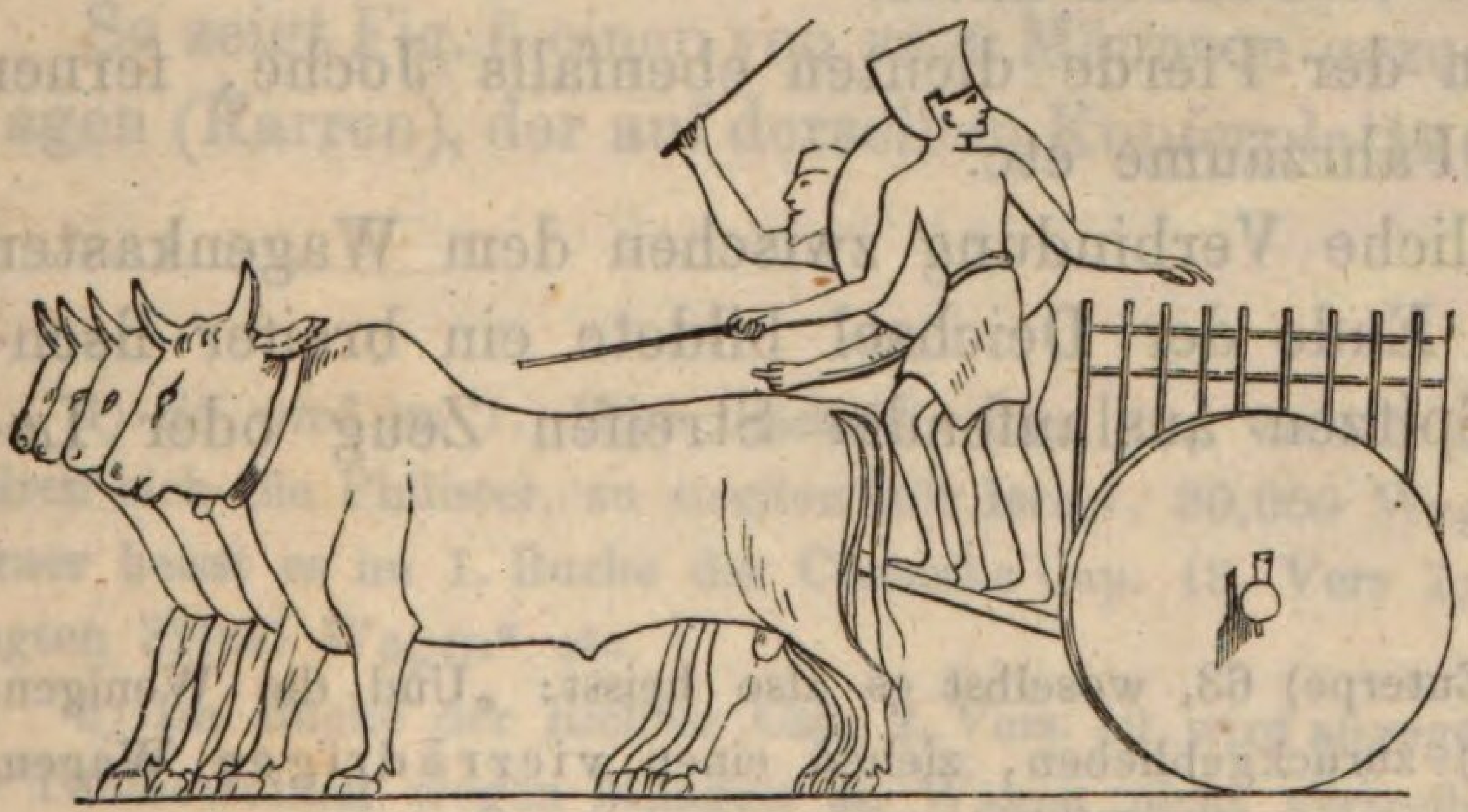
2) Wilkinson a. a. O. p. 380.

gleich in den Stand zu setzen, sich im Nothfall schnell aus dem Wagen auf die Pferde werfen zu können [1]).

Die Deichsel war mit dem Wagenkasten zu einem Ganzen fest verbunden, und zwar scheint das hintere Ende derselben unter dem Kasten durchgegangen und in der Achsmitte eingezapft gewesen zu sein. Dass dabei die Deichsel, zufolge einer entsprechenden Krümmung am Wagenkasten, schräg aufwärts gerichtet war, erhellt gleichfalls aus unserer Abbildung. Letztere Anordnung erfordert die Bespannungsart, die aus einem Joche (Kammdeckel) bestand, welches, um die Pferde nicht zu drücken, mit geeigneten Zwischenkissen ausgestattet war. Dies Joch verband man entweder durch Riemen mit dem Deichselende oder mittelst eines starken Bolzens, während es an den Pferden am Platze gehalten wurde. Das Anschirren der Pferde geschah übrigens durch sogenanntes Brustblattgeschirr (Sielengeschirr), aus Brustriemen, Bauchgurten, Fahrzaum etc. bestehend, wobei die Leitseile durch Oesen, Ringe etc. etc. der Joche liefen.

Aehnlicher zweirädriger, von zwei Pferden oder Ochsen gezogener Wagen bedienten sich die Töchter der ägyptischen Könige, wie u. A. die Abbildungen bei Wilkinson [2]) und bei Weiss [3]) erkennen lassen.

Fig. 4.



Eins der ältesten Lastfuhrwerke (sogenannter Tokkari - Karren) mit Scheibenrädern zeigt Fig. 4, welche nach Wilkinson [4]) einem Wandgemälde des alten Theben entlehnt sein soll.

Vierrädrige Fuhrwerke scheinen damals wenig oder gar nicht vorhanden ge-

1) Dass derartige Wagen auch aus Eisen construirt wurden, erhellt u. A. aus der Bibel, wo es im Buche der Richter Cap. 4, Vers 13 heisst: „Und er rief alle seine Wagen zusammen, 900 eiserne Wagen.“

2) Vol. II, p. 370 und 385.

3) Erste Abtheilung S. 136.

4) Vol. I, p. 392.

wesen zu sein und mindestens nur religiösen Zwecken gedient zu haben, wie Herodot[1]) angiebt und wovon Wilkinson eine Abbildung veröffentlicht hat[2]).

Die Kriegswagen der Assyrier (fast 1200 Jahr vor Christo), offenbar den ägyptischen nachgebildet, scheinen besonders fest und dauerhaft construirt gewesen zu sein, wie dies Fig. 5 erkennen lässt, welche dem grossen Layard'schen Werke über die Monumente von Niniveh[3]) nachgebildet ist.

Fig. 5.



Wie bei den ägyptischen Kriegswagen ruhte auch hier der Wagenkasten unmittelbar auf der Achse, an der wiederum die Deichsel befestigt war. Die Radkränze bestanden in der Regel aus sechs Felgen, die man durch sechs Speichen[4]) mit der Nabe verbunden hatte.

Zum Anspannen der Pferde dienten ebenfalls Joche, ferner Brustblattgeschirre, Fahrzäume etc.

Eine eigenthümliche Verbindung zwischen dem Wagenkasten und dem äussersten Ende der Deichsel bildete ein breiter fischbauchartig in zwei Spitzen auslaufender Streifen Zeug oder Le-

1) Zweites Buch (Euterpe) 63, woselbst es also heisst: „Und die Wenigen, so (um des Götzen Bild) zurückgeblieben, ziehen einen vierrädrigen Wagen, worauf steht das Gotteshaus und das Bild darin.“

2) Vol. I. p. 384 wird der betreffende Holzschnitt (Fig. 337) mit der Bemerkung begleitet: „Singular instance of a four-wheeled carriage, on the bandages of a mummy, belonging to St. d'Athanasi.“

3) The Monuments of Nineveh illustrated in one hundred Plates. London 1849.

4) Weiss (Erste Abtheilung) S. 251 führt assyrische Wagen von Skulpturbildern der späteren Zeit an, wobei man die Zahl der Speichen auf acht gesteigert hatte, die Felgen verankert erscheinen und überhaupt der ganze Bau noch fester, aber auch plumper geworden war.

der, der mit allerlei Zierrathen und Bildern von Sonne, Mond und Sternen geschmückt war, theils als Prunkgegenstand, vorzugsweise aber dazu diente, die Zügel der beiden Pferde unter allen Umständen von einander getrennt zu halten.

Sonstiger Schmuck erstreckte sich besonders auf die Geschirre der Pferde, dann auf Ränder und Felder der Wagenkästen, an denen seitwärts Pfeil- und Beilbehältnisse von kostbarer Arbeit symmetrisch angebracht waren.

Von ähnlicher Anordnung sind wahrscheinlich die Kriegswagen der Zeitgenossen der Assyrier, Hebräer (Israeliten), Phönicier u. s. w. gewesen.

Bei manchen dieser Völker war die Anzahl der vorhandenen Kriegswagen sehr gross, wie dies u. A. aus mehreren Stellen der Bibel erhellt [1]).

Im israelitischen Heere scheint zuerst David den Grund zu einer tüchtigen Kriegsmacht gelegt und dabei auch den Kriegswagen die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt zu haben, die man übrigens gewiss denen der Aegypter und Assyrier nachgebildet hatte [2]).

Von Wagen zum Personen- und Waarentransporte aus jener Zeit [3]) habe ich nur Abbildungen von solchen mit zwei Rädern auftreiben können, und zwar ausschliesslich in dem bereits citirten Werke Layard's über Niniveh (Second Series).

So zeigt Fig. 6 einen von zwei Männern gezogenen zweirädrigen Wagen (Karren), der auf derselben Kupferplatte (Taf. 12) befindlich

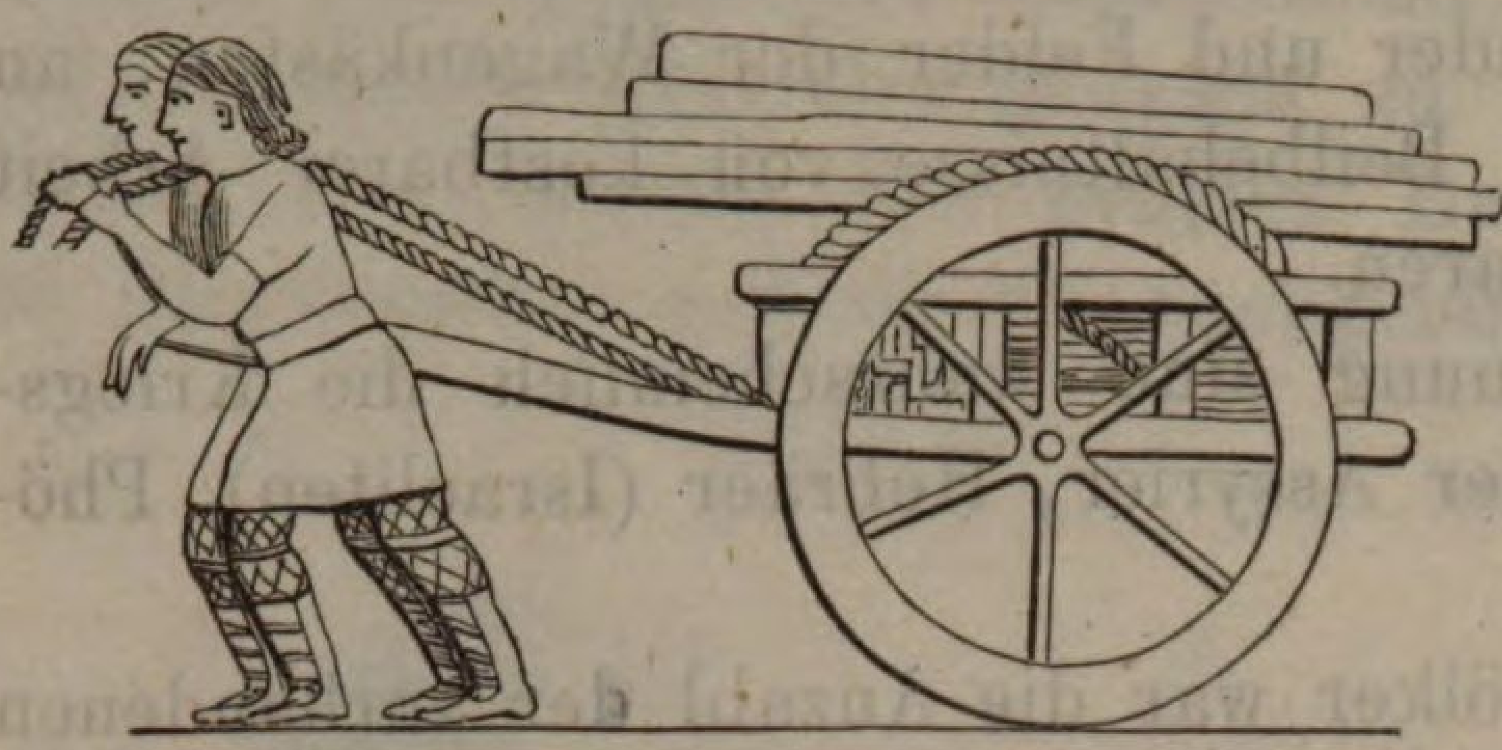
1) So wird im 1. Buch Samuelis Cap. 13, Vers 5 berichtet: „Da versammelten sich die Philister, zu streiten mit Israel, 30,000 Wagen, 6000 Reiter" etc. Ferner heisst es im 1. Buche der Chronika Cap. 19, Vers 7: „Und (die Ammoniter) dingten 32000 Wagen" etc.

2) Im Buche der Richter Cap. 2, Vers 19 wird angegeben, dass die Israeliten die Thalbewohner wegen Mangels an Wagen nicht vertreiben konnten. Dagegen im 2. Buche Samuelis Cap. 8, Vers 4 von den Bemühungen Davids berichtet wird, diesem Uebel zu begegnen.

3) Dass sich die Israeliten bereits zu Mosis Zeiten auch der Lastwagen bedienten, erhellt aus dem 4. Buch Mosis Cap. 7, Vers 3, wo es heisst: „Und sie brachten ihre Opfer vor dem Herrn, sechs bedeckte Wagen" u. s. w. König Salomo benutzte nach dem 1. Buche der Könige Cap. 7 beim Tempelbau bereits Lastwagen mit $1\frac{1}{2}$ Ellen (fast 29 Zoll engl.) hohen Rädern, von denen Vers 33 besonders angeführt wird, dass ihre Achsen, Naben, Speichen und Felgen alle gegossen waren.

ist, wo der Transport eines Kolosses (Kouyunjik) auf einem Schlitten in bereits früher beschriebener Weise dargestellt ist. Auf derartigen Karren scheint man die beim gedachten Transporte erforderlichen stärkeren Bohlen nachgefahren zu haben, während die schwächeren oder kürzeren Bohlenstücke (als Schlittenunterlage) von Menschen geschleppt wurden.

Fig. 6.



Dieser Karren gleicht übrigens ganz gewissen Gattungen der Gegenwart.

Fig. 7 zeigt den von Ochsen gezogenen Wagen eines Gefangenen-Transports (wahrscheinlich Juden) zur Zeit des Königs Sanherib, worüber auch u. A. in der Bibel berichtet wird [1]). Die gefangene Familie scheint ihr ganzes Hab und Gut in dem zweirädrigen Karren zusammengepackt zu haben, an welchen ein Ochsenpaar mit Jochgeschirr angespannt ist.

Fig. 7.



Ein paar ähnliche Abbildungen zweirädriger Wagen oder Karren finden sich bei Weiss [2]), woselbst Maulthiere das Gespann bilden und wobei bemerkt wird, dass diese Wagen zwei- oder vierrädrig vorgekommen sind und mit Sitzen versehen mehr oder minder bequem ausgestattet waren.

Von den Wagen der Griechen sind aus der heroischen Zeit meistentheils nur Abbildungen von Streitwagen (Kriegswagen) vorhanden [3]), die eine merkwürdige Uebereinstimmung mit der bei den ägyptischen Wagen üblichen Bauart nicht verkennen lassen. Diese Streitwagen waren sämmtlich zweirädrig, obwohl

1) Jesaias Cap. 36 und 2. Buch der Könige Cap. 18.

2) Kostümkunde, Abthlg. 1, S. 390.

3) Bei Kurz, „Lebensbilder aus dem classischen Alterthum", finden sich S. 233, Taf. 41, Fig. 3 u. 4 ein paar Abbildungen zweirädriger Familienwagen.

sich für andere Zwecke, als Lastfuhrwerk auch vierrädrige Wagen in Anwendung befanden, wie u. A. an einer Stelle der Iliade (Ges. 24, Vers 322—326) ganz bestimmt angegeben ist [1]).

Die Bau- und Bespannungsart der griechischen Streitwagen wird mehrfach im Epos (der heroischen Zeit) geschildert und besonders giebt über die kostbar verzierten Wagen der Götter, die zuweilen nicht verschmähten, Zügel und Peitsche zu ergreifen und die Wagen zu lenken, eine Stelle der Iliade Auskunft, wo der Wagen der Here (Juno) beschrieben wird.

Fig. 8.



Wir begleiten diese Verse mit einer der Antike [2]) entnommenen Abbildung (Fig. 8) des Wagens der Here, welche merkwürdig mit der Homer'schen Beschreibung übereinstimmt. Es heisst nämlich im 5. Gesange Vers 720 ff.:

Und die gefeierte Göttin, erzeugt vom mächtigen Kronos,
Machte sich auf, und schirrte die stirnumgoldeten Rosse.
Hebe fügte behend an den Wagen die kreisenden Räder,
Mit acht ehrnen Speichen versehn um die eiserne Achse,
Dran sind die Felgen von Gold, unvergängliche; oben darüber
Liegt ein ehrner Schienenbeschlag — man schaut's mit Bewundrung.
Silbern drehn sich die Naben herum an den Enden der Achse.
Fest in einander gefügt mit Gold und Silbergebände
Ist das Gestell, und daran sind zwei halbkreisige Lehnen.
Silbern ragte die Deichsel hervor. An's äusserste Ende
Band sie das Joch, schön prangend von Gold, und machte die güld'nen
Prächtigen Riemen daran. Dann führte die fliegenden Rosse
Hera unter das Joch, mit Begier nach Kampf und Getümmel.

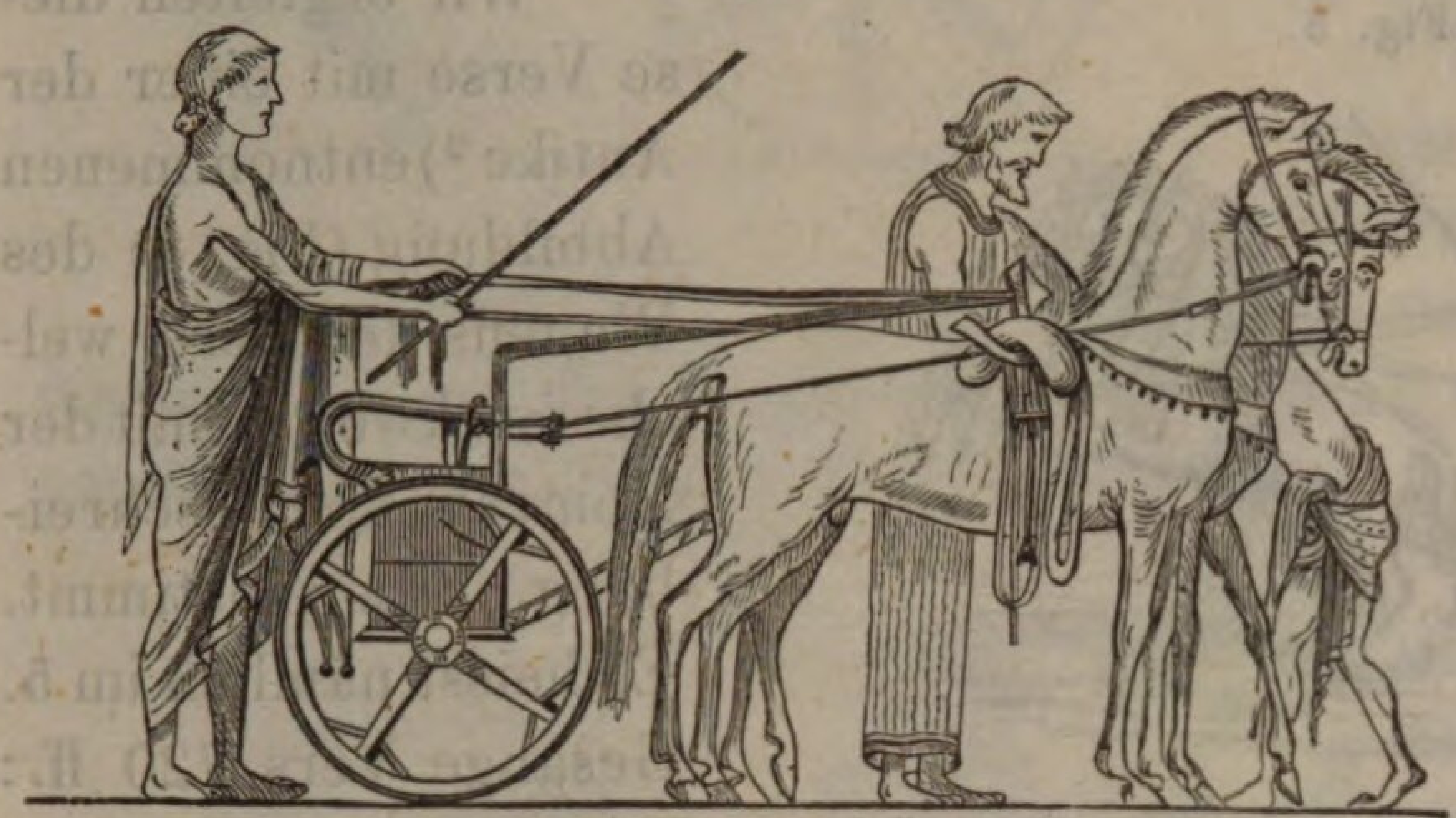
1) Die citirten Verse sind folgende:
Eilend erhob sich der Greis nunmehr in den Sessel des Wagens,
Trieb das Gespann, und fuhr durch's Thor und die tönende Halle.
Vor ihm zogen die Mäuler den schwerhinrollenden Wagen,
Der vierräderig war, mit dem fertigen Lenker Idäos;
Aber der Greis trieb hinter ihm her mit der Geissel das Rosspaar.

2) Unser Holzschnitt ist nach einer Abbildung im ersten Bande des Ginzrot'schen Werkes, Taf. 34, Fig. 2 gefertigt, von welcher Ginzrot bemerkt, dass er dieselbe einer Urne entlehnte, die man in der Nähe von Neapel gefunden haben will. Man sehe deshalb auch das eben citirte Werk S. 424 ff.

In der historischen Zeit Griechenlands erscheinen die Kriegswagen nur vereinzelt, da das vorherrschend felsige Terrain von Hellas den Gebrauch von Wagen minder vortheilhaft machte, als dies im Homerischen (kleinasiatischen) Griechenthum der Fall war. Man benutzte daher die Wagen vorzugsweise zu festlichen Spielen, Wettkämpfen und Wettläufen.

Ein sehr schönes Muster von Wagen letzterer Gattung zeigt Fig. 9, die dem vierten Theile des Gerhard'schen oben citirten Vasenwerkes (S. 16, Taf. 249) entlehnt ist[1]). Die Figur stellt zugleich die Anschirrung der Pferde an den Wagen (διφρος, diphros genannt) dar, den ein vor demselben stehender junger Mann besteigen zu wollen scheint, der in der Rechten einen Stecken, mit beiden Händen aber die Zügel hält[2]).

Fig. 9.



Die Anschirrung wird durch den nach üblicher Sitte in langes Gewand gekleideten bärtigen Wagenlenker verrichtet, dem überdies vorn bei den Pferden ein vorgebückter, mit umgeknüpftem Gewand umschürzter Knabe zu Hülfe kommt.

Was sodann den Bau des Wagens anlangt, so ist zu bemerken, dass dessen hohes Gestell oberwärts in einen Nagel eingreift, welcher die vom Boden des Wagenkastens her aufwärts gerichtete Deichsel mit dem Joche verbindet[3]).

Das Riemenzeug der Pferde vereinigt sich theils vom Gelän-

1) Nach Gerhard a. a. O. (S. 18) befindet sich die Zeichnung auf einer aus Lucian Bonaparte's Sammlung herstammenden Hydria im Königl. Museum zu Berlin.

2) Den dargestellten Figuren sind die drei Namen: Simon, Eythos und Sikon beigeschrieben, welche wahrscheinlich den beistehenden Personen gelten.

3) Damit die Pferde das Joch nicht abschütteln oder in eine unrichtige Lage bringen konnten, waren an den Jochbogen Ringe befestigt, von welchen Riemen nach den Bauch- und Halsgurten liefen.

der des Wagenkastens aus vermittelst eines Ringes in langen Riemen unter dem Kammdeckel (Joch), um den bemerkten Nagel herum mit dem Gebiss der Pferde, theils von der Hand des Wagenlenkers aus demselben Verbindungsnagel zulaufend [1]).

Eine fernere Besonderheit bietet der gedachte Kammdeckel [2]) dar, welcher, den Rücken der Pferde zu schonen, zugleich mit lang herabhängendem Riemenzeug [3]) aufliegt, woneben ein Brustgurt beider Pferde, aber kein Bauchgurt derselben bemerkt wird.

Das Fahren zu Wagen im gewöhnlichen Leben war im alten Griechenland eine Ausnahme von der Regel, welche Tadel nach sich zog; es galt gewöhnlich als Zeichen von Ueppigkeit und Hochmuth und wurde selbst den Frauen nicht gern gestattet [4]). Die einzigen vertrauenswerthen Abbildungen, welche der Verfasser

1) Ein in alter und neuer Hippologie erfahrener Kenner (der verstorbene Geheimrath Beuth in Berlin) äusserte sich gegen Gerhard über jene Zügelung wie folgt: „Die Lenkzügel gehen nicht in die Hände des Fuhrmanns, sondern sind durch einen Ring am Wagengestell gezogen und deren Ende liegt auf dem Boden des Wagens. Es ist interessant schon unsere heutige europäische Zügelführung verschieden von der asiatischen zu finden, wie man sie in den Monumenten von Niniveh, dem grossen Mosaik von Pompeji und bei den Russen noch heute sieht. Während hier jeder einzelne äussere und innere Zügel der Pferde rechts der Deichsel in die rechte, links derselben aber in die linke Hand genommen wird, sind auf dem Bilde die beiden Zügel eines jeden Pferdes durch Auge und Kloben mit dem Zügel des Führers in eins verbunden, so dass er wie bei uns zwei Zügel ohne Ende in der Hand hat und mit einer oder mit beiden Händen fahren kann. Verschieden von jenen Lenkzügeln ist was Simon in den Händen hat, nämlich die Enden eines langen Riemens, dessen Mitte kreuzweis um den Stift geht, der das Joch mit der Deichsel verbindet. Dieser Riemen war von rohem Leder und wurde von seiner Mitte aus um Stift, Joch und Deichsel gewickelt."

2) Obige Voraussetzung, als sei jenes dem Widerrist nahe anliegende kleine Polster, welches in ähnlichen Darstellungen nicht selten bemerkt wird, ein sogenannter Kammdeckel, bestimmt, die Köpfe der Pferde auch unabhängig von den Zügeln zu lenken und überdies auch die Verletzung des Rückgrats durch das Joch zu verhindern, wird allerdings durch den Umstand zweifelhaft, dass eben jenes Polster bei Wagenpferden vollen Laufes auch oberhalb des Joches sich (an anderen Vasenbildern) findet.

3) Ueber Nagel und Joch ist senkrecht herunterhängendes Pferdegeschirr sichtbar, nämlich ein Kopfgestell mit einem Gebiss wie das der angespannten Pferde und ein unseren Kammdeckeln ähnliches Kissen.

4) Pauly's Encyklopädie, Art. „Vehicula", und Weiss S. 908. Auf Reisen zog man vor zu wandern oder zu reiten. Selbst öffentliche Gesandtschaften reisten nicht anders. Wer bemittelt war, liess sich das Gepäck von Sclaven tragen etc.

von solchen Wagen erlangen konnte, fand er bei Guhl und Koner [1]) und bei Gerhardt [2]), an beiden Orten von der Form sogenannter Cabriolets oder Gigs (zweirädrige, nach vorn offene Personenwagen) [3]). Hierbei ruhte direct auf der Achse entweder ein mit drei niedrigen Lehnen umgebener Sitz, auf welchem der Wagenlenker und die denselben begleitende Person ihren Platz einnahm [4]), oder es war der Wagensitz vollkommen kastenartig gebaut, auf welchem der Fahrgast Platz nahm, während zu dessen Füssen, hart an der Deichsel, der Wagenführer sass und zwar mit herunterhängenden Beinen, ähnlich wie noch heute die neapolitanischen Kutscher auf ihren leichten Cabriolets [5]). Die verhältnissmässig hohen (hölzernen) Räder besassen keine radialen Speichen, sondern bildeten entweder volle Scheiben oder waren mit sogenannten Durchsteck- oder Aufsteckarmen versehen, so wie noch heute an den hölzernen Wasserrädern (Bd. 1, S. 277 und 296) vorkommen.

Dass die Griechen auch vierrädrige Wagen kannten und benutzten, erhellt ganz zweifellos aus der oben S. 15 Anmerk. 1 citirten Stelle des 24. Gesangs der Iliade.

Ausführlich über verschiedene vierrädrige Fuhrwerke der Griechen handelt, mit sehr sorgfältiger Quellenangabe, der Art. „Vehicula“ in Pauly's Real-Encyklopädie.

Die Räderfuhrwerke der Meder und Perser waren denen der Assyrier und Griechen mehr oder weniger gleich, scheinen sich aber durch festeren Bau, jedoch auch durch ausartenden Luxus charakterisirt zu haben [6]). So war z. B. der Streitwagen, von

1) Das Leben der Griechen u. Römer, S. 291.

2) Auserlesene Vasenbilder. Dritter Theil (Berlin 1847), S. 131, Taf. 217 (untere Hälfte).

3) Auch bei Weisser-Kurz findet sich Taf. 41, Fig. 4 ein solcher zweirädriger Personenwagen (Cabriolet), der einer Brautfahrt angehören soll.

4) Man sehe weiter unten die Abbildung des ähnlichen Personenfuhrwerks der Römer, Cisium genannt.

5) Gerhardt bemerkt zu seiner Abbildung Folgendes: Eine verschleierte Frau sitzt auf einem maulthierbespannten Fuhrwerke, welches ein vor ihr sitzender Jüngling lenkt. Gerhardt meint, die weibliche Person möge Nausikaa sein, von deren Wagen Homer in der Odyssee VI, 69 singt: „Geh, dir sollen die Diener sogleich anspannen den Wagen, der starkrädrig und hoch, mit Uebergestelle versehn ist.“

6) Weiss, „Kostümkunde“ S. 313, woselbst sich auch die Abbildung eines Streitwagens findet, der u. A. metallene (gegossene) Räder mit 11 schön geformten Speichen erkennen lässt.

dem herab Darius III. in der Schlacht bei Issus (die sogenannte Alexanderschlacht 333 vor Christo) kämpfte, reich mit silbernen und goldenen, erhaben gearbeiteten Zierrathen bedeckt, vortrefflich bunt bemalt und dem entsprechend das Riemenzeug der Pferde auf das Kostbarste geschmückt, wie dies an dem berühmtesten Mosaikfussboden Pompeji's (die Alexanderschlacht darstellend) zu erkennen ist[1]).

Als eine Erfindung der Perser werden die sogenannten Sichel- oder Sensenwagen betrachtet, nämlich Kriegswagen, die durch eine gewisse Zahl scharfer, sensen- oder sichelförmig gestalteter Eisen, hauptsächlich an den Rädern, sodann aber auch an dem Wagenkasten und durch Spiesse an der Deichselspitze alles Lebende, was sich ihnen bei der Fahrt in den Weg stellte, tödtlich verwundeten oder zerfleischten.

Ginzrot widmet diesen Sichel- oder Sensenwagen ein ganzes Capitel[2]), beschreibt ausführlich die Sensenwagen des Cyrus, Darius u. A. und versucht sogar (nach den Angaben Xenophon's) einen solchen Wagen in Zeichnung darzustellen[3]).

Dass die Bequemlichkeit der Grossen und ihrer Frauen und der ungeheure Umfang der persischen Heere auch vierrädrige Transportwagen nothwendig machen musste, versteht sich fast von selbst und erhellt thatsächlich aus Angaben verschiedener Geschichtsschreiber[4]).

1) Von diesem herrlichen Pompejanischen Mosaikfussboden findet sich eine vortreffliche Abbildung in bunten Farben in dem Werke des Professors Overbeck: „Pompeji in seinen Gebäuden, Alterthümern und Kunstwerken." Leipzig 1856, S. 425.

2) A. a. O. Cap. 39, Bd. 1.

3) A. a. O. S. 360, Taf. 25, Fig. 2.

4) So berichtet Herodot (I, 188) von Cyrus (560 vor Chr.), dass diesem stets eine Menge vierrädriger Wagen mit Mäulern bespannt folgte. Von Xerxes wird ebendaselbst (VII, 41) bemerkt, dass er seinen (zweirädrigen) Kriegswagen oft mit einem (vierrädrigen) bedeckten Reisewagen vertauschte. Nach Herodot (IX, 39) nahmen die Perser kurz vor der Schlacht bei Plataä (479 v. Chr.) den Griechen 500 Transportwagen ab, welche mit Lebensmitteln beladen waren. Plutarch erzählt im Themistokles: „Die Perser umgeben ihre Weiber sorgfältig mit Wachen, damit sie von keinem Bedienten gesehen werden; denn auf Reisen fahren sie in ringsum verschlossenen Harmamaxen." Unter einer Harmamaxa (die Apene der Griechen) verstand man aber einen vierrädrigen Wagen, der gewöhnlich von vier Pferden gezogen wurde, oben bedeckt, an den Seiten durch Vorhänge verschlossen war, und den man besonders zum Transporte von Weibern und Kindern brauchte.

Vielleicht der berühmteste vierrädrige Wagen seiner Zeit war der Wagen (Harmamaxa), in welchem man den Leichnam Alexanders des Grossen (323 v. Chr. gestorben) von Babylon nach Aegypten (Alexandrien) schaffte, den Diodor von Sicilien ausführlich beschrieben und Ginzrot (Bd. 2, Taf. 53 A) hiernach abzubilden sich bemüht hat. Auf der Plattform des länglich viereckigen verzierten Wagenkastens standen 16 prächtige jonische Säulen, deren Capitäle ein gewölbtes Dach trugen. Der Wagen hatte vier Deichseln, mit je vier Jochen, eines vor dem anderen. An jedes Joch waren vier Maulthiere gespannt, so dass sich überhaupt vierundsechzig Maulthiere von auserlesener Grösse und Stärke daran befanden.

§. 3.

Ziemlich vollständige Ergänzungen aller unzureichenden Nachrichten über Räderfuhrwerke anderer Völker als der Aegypter und Assyrier zeigen Gemälde, Mosaiken, Skulpturen, Münzen u. s. w., welche uns aus den Zeiten der Römer überliefert wurden. Seit letztere die Herrscher der damals civilisirten Erde während Jahrhunderten, vereinigt mit den verschiedenartigsten Nationalitäten waren, mussten Abbildungen ihrer Bauwerke, Geräthschaften und Trachten offenbar die naturgemässe Quelle aller Dinge sein, welche sich auf Cultus, Kunst, Luxus, Sitten und Gebräuche auch aller mit den Römern in Verbindung gestandenen Völker beziehen.

Thatsache ist es zunächst, dass von den Römern die Räderfuhrwerke nicht mehr zu Kriegs- (Streit-) Wagen, sondern nur zu Wettrennen, ferner als Triumph-, Personen- und Lastwagen benutzt wurden.

Der Streitwagen bedienten sich damals nur noch uncivilisirte Völker, wie u. A. die Gallier, Belgier und Britten, wobei insbesondere diejenige Gattung eine nicht unwichtige Rolle spielte, die bereits oben S. 19 als „Sensen- oder Sichel-Wagen“ besprochen wurde.

Nachstehende, der Goldsmith'schen (illustrirten) Geschichte von England [1]) entlehnte Fig. 10, einen Kriegs-Sensenwagen der alten Britten darstellend, ist wahrscheinlich der bekannten Beschreibung des Julius Cäsar nachgebildet [2]). Dabei wird in unserer

1) Goldsmith: „An abridged History of England“.

2) Commentarien, IV., 33.

Quelle an die Thatsache erinnert, dass die Britten ihre Pferde im vollen Rennen aufhalten, ganz kurz umlenken und auf der Deichsel (in unserer Figur eine sogenannte Gabeldeichsel) hin und her laufen konnten.

Fig. 10.



Fig. 11 und 12 sind getreue Abbildungen eines römischen Rennwagens, wovon sich das Original im Museum des Vaticans zu Rom befindet. Sein aus Holz bestehender Körper ist mit bronzenen Platten bekleidet, er wurde in Stücke zerbrochen gefunden, die man wieder sorgfältig zusammenfügte [1]).

Dass auch hier die Deichsel mit der Achse fest verbunden war, erhellt ohne Weiteres aus den Abbildungen. Nahe dem Deichselende bemerkt man den Vorsteckbolzen, womit das Joch oder das Jochband befestigt wurde,

Fig. 11.

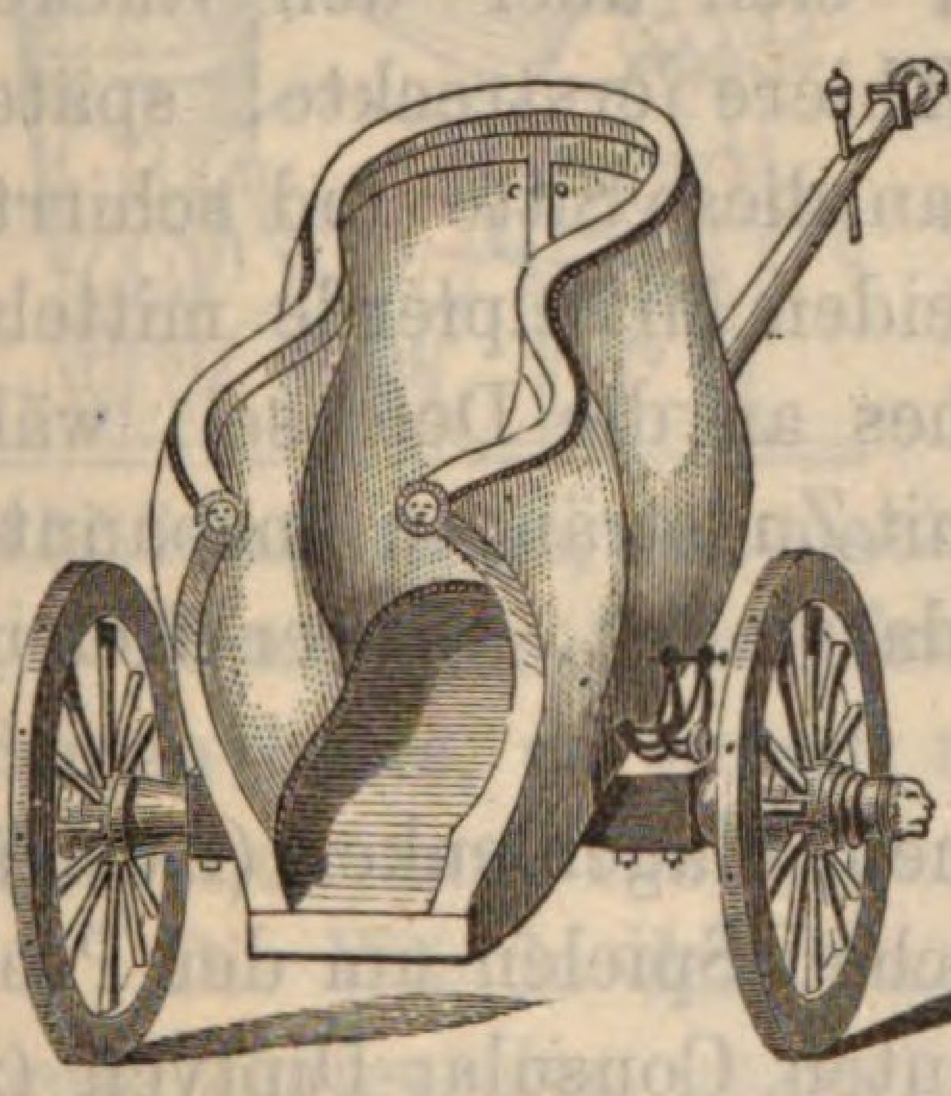
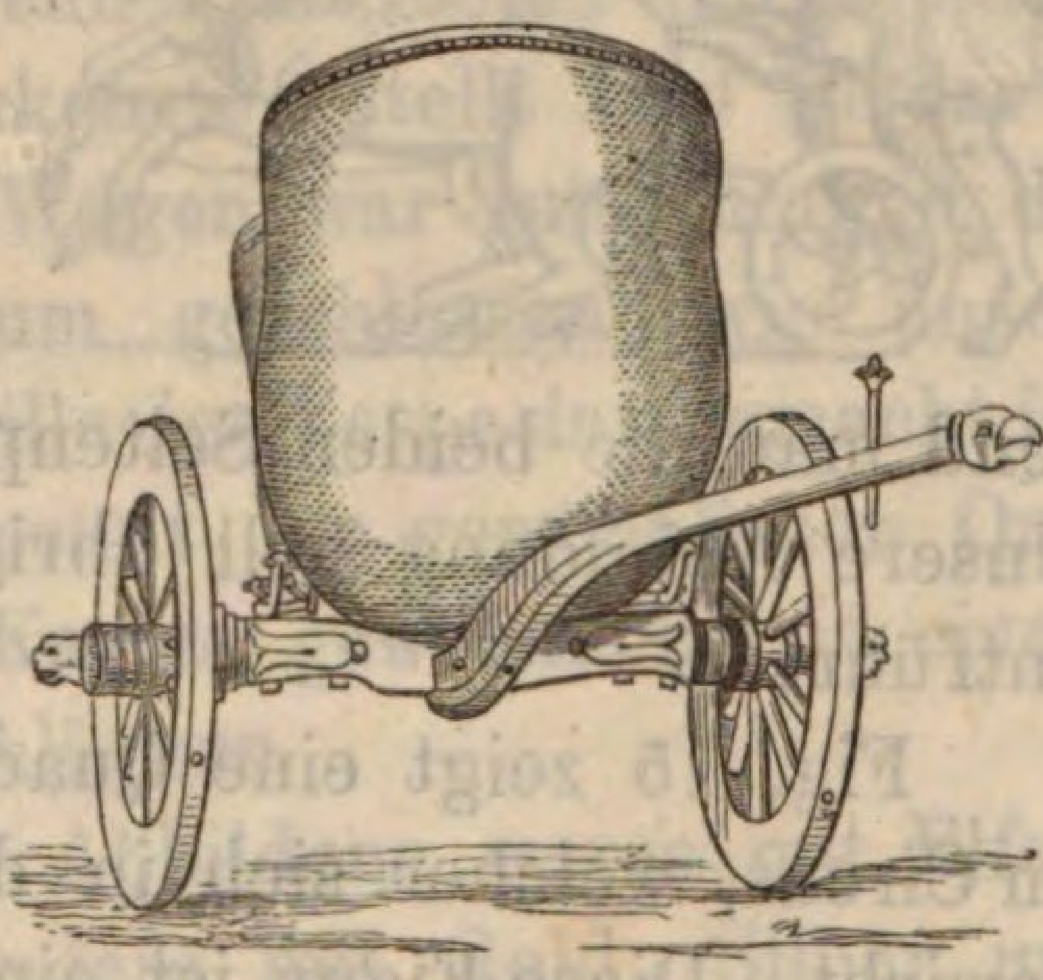


Fig. 12.



ganz am Ende ist endlich der metallene Deichselknopf sichtbar, welcher hier einen Habichtskopf darstellen soll.

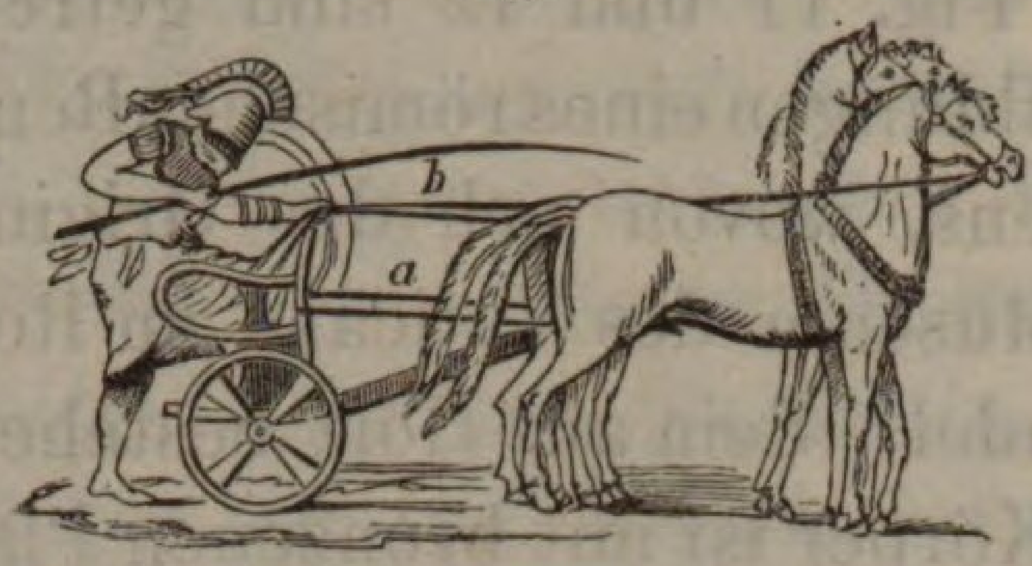
Wurde ein solcher Wagen mit zwei Pferden bespannt (wie z. B. Fig. 9), so erhielt er den Namen Biga [2]). Ein Dreigespann nannte man Triga, ein Viergespann Quadriga etc.

1) Ganz specielle Beschreibung dieses Wagens (mit Angabe aller Maassverhältnisse) giebt Ginzrot Bd. 2, S. 213 etc. Ferner wird derselbe u. A. bei Rich in den Artikeln „Axis", „Cursus" und „Temo" besprochen. Beiläufig erwähnt, enthält der Wagenkasten nur Raum für zwei stehende Personen.

2) Zahlreiche Abbildungen bei Rich und Ginzrot (Bd. 1, S. 405). Letz-

Eine Triga (als Rennwagen) zeigt Fig. 13 von einem hetrurischen Gefässe entlehnt (nach Ginzrot)[1]), wobei man bemerken wird, dass sie fast ganz mit Fig. 9 übereinstimmt. Zwei der Pferde waren an die Deichsel gespannt, während das dritte (Beipferd) an Strängen zog, die man um das Ende der Achsspindel zu schlingen pflegte (in unserer Figur nicht angegeben). Wahrscheinlich sind *a* die zurückgespannten Zügel der Jochpferde, dagegen *b* die Zügel des Leitpferdes. Die Pferde stehen noch still, während der Führer (Lenker) im Aufsteigen begriffen ist.

Fig. 13.



Eine sehr hübsche Quadriga, nach einem Basrelief aus Terracotta zeigt Fig. 14. Derartige Wagen hatten in frühester Zeit zwei Deichseln und einen langen Querbaum (oder ein Joch), der sich über den Rücken der vier Thiere erstreckte; später verliess man diese Sitte und schirrte nur die beiden Mittelpferde mittelst eines Joches an die Deichsel, während man die beiden Seitenpferde nur mit Zugsträngen anspannte. Unsere Abbildung soll übrigens Paris darstellen, wie er Helena entführt[2]).

Fig. 14.



Fig. 15 zeigt eine Quadriga mit einem Wagenlenker (Auriga) im Circus, welcher sich in den circensischen Spielen um den Preis bewirbt. Diese Figur ist einem sogenannten Consular-Diptych (in Elfenbein ausgeführt) nachgebildet[3]).

terer giebt Bd. 1, Taf. 5 sehr genau die specielle Construction römischer Wagen an, wobei jedoch auch die am hinteren Ende gegabelte Deichsel beschrieben und abgebildet wird. Im Artikel „Vehicula“ der Pauly'schen Realencyklopädie wird hierzu ganz richtig bemerkt, dass solches ganz falsch sei, indem sich bei den Römern hiervon weder Nachrichten noch Abbildungen finden. Diese Art der Deichselverbindung gehört unstreitig einer späteren Zeit an.

1) Bd. 1, S. 341, Taf. 23.

2) Rich a. a. O., die Artikel „Agitator“, „Auriga“ und besonders „Quadriga“.

3) Ginzrot Bd. 2, S. 146, Taf. 55. Dergleichen Diptychen dienten meistens als Deckel über heilige oder besonders wichtige Schriften. Die römischen Gross-

In beiden Händen hält der Wagenlenker die doppelten Zügel des Viergespanns, deren Enden noch zur Vorsorge um den Rücken geschlungen sind.

Fig. 15.



Vermöge letzterer Anordnung hatte er mehr Herrschaft über die Pferde, indem er sich zurückbog und zum Anziehen der Zügel sein Körpergewicht nutzbar machen konnte. Damit er bei einem möglichen Umwerfen die Zügel abzuschneiden vermochte, trug er stets ein krummes Messer (an einem Riemen um den Leib gebunden) bei sich. Zum Schutze der Beine wickelte er sich vom Knie bis zum Knöchel geeignete Binden um dieselben. Ein Gleiches geschah mit den Rückseiten der Hände. Ebenso umwickelte man die Beine der Pferde, band ihre Schweife in die Höhe und versah ihre Stirn mit einer Maske [1]).

Fig. 16.



Eine Quadriga aus der Gattung Currus triumphalis (Triumphwagen), bestimmt einen einziehenden römischen Feldherrn aufzunehmen, wenn er als Sieger in die Hauptstadt zurückkehrte, stellt Fig. 16 dar [2]). Ein solcher Wagen war rund und in der Regel ringsum geschlossen, wie unsere Abbildung zeigt, die nach einer Medaille des Vespasian gemacht ist.

Wenn der Triumphwagen die Gestalt der gewöhnlichen Quadrigen hatte, so versah man dessen Kasten gewöhnlich mit einem Thürchen zum Einsteigen und Verschliessen.

Die Wände des Wagens unserer Abbildung waren mit Elfenbeinschnitzereien geziert, während andere mit Gold, Silber und Edelsteinen etc. geschmückt wurden, so dass die Dichter diese Wagen gewöhnlich die „goldenen" oder die „juwelirten" nannten.

Obgleich man den Boden des Wagenkastens stark gepolstert hatte, so waren dessenungeachtet die beim Fahren unvermeid-

beamten (Consuln, Quästoren etc.) verschenkten solche Diptychen bei öffentlichen Amtsantritts-Festen, zum Andenken, an Freunde und Verwandte.

1) Eine grosse Anzahl Abbildungen von römischen Renn- und Circus-Wagen findet sich in dem mehrfach citirten Weisser'schen Werke, Taf. 20 u. 21.

2) Eine getreue Beschreibung des berühmten Triumphzuges Cäsar's findet man bei Ginzrot Bd. 2, S. 65 ff.

lichen Stösse zuweilen fast unerträglich, weil der Triumphirende gerade über der Radachse stand und während der ganzen Fahrzeit sich nicht niedersetzen durfte.

Die Durchmesser der Räder dieser Quadrigen waren gewöhnlich 4 Fuss, stets grösser als die der Quadrigen des Circus, deren Durchmesser meist nur 24 bis 30 Zoll betrugen.

Der Triumphator lenkte die Pferde (meistens von weisser Farbe) niemals selbst, zuweilen nur zum Scheine; in der Regel wurden sie von Bürgern an Handzügeln geführt.

Der Triumphwagen des Kaisers Gordianus, nach seinem Siege über die Perser, wurde von vier Elephanten gezogen. Eben so der des Antoninus Pius, wovon sich eine schöne Abbildung bei Weisser Taf. 27, Fig. 10 vorfindet[1]).

Kein römischer Triumphwagen wurde übrigens mit mehr als vier Pferden bespannt, sowie überhaupt allein Nero eine Ausnahme gemacht zu haben scheint, mit einer grösseren Zahl als vier Pferden neben einander wirklich zu fahren. Als Nero nach Olympia kam, versuchte er (im Stadion) mit einem Zehngespann (Decemjugus) in der Front vor dem Rennwagen zu fahren[2]). Sowohl das Sechsgespann des Lucius Sept. Severus als das Zehngespann des Kaisers Trajan gehören beziehungsweise zu Ehrenpforten oder zu Triumphbögen.

Im Allgemeinen war, abgesehen von Reisezwecken und Waarentransporten, der Gebrauch von Wagen bei den Römern ein beschränkter. Innerhalb der Hauptstadt, wahrscheinlich auch in den Municipien und Colonien, war die Verwendung von Personen- und Luxuswagen eigentlich nur den Vestalinnen, Triumphatoren, hohen Beamten und den bei Festen fungirenden Priestern erlaubt; selbst der Transport von Lasten und Lebensmitteln auf Wagen war im Stadtgebiete innerhalb der zehn Tagesstunden von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang verboten, und machten zur Kaiserzeit nur diejenigen Wagen hiervon eine Ausnahme,

1) Bei Ginzrot Bd. 2, Taf. 43, S. 49 findet man getreue Abbildungen der Triumphwagen des Titus, M. Aurel, Trajan, Constantin u. m. A.

2) Rich giebt im Artikel „Decemjugus" eine Abbildung des Nero'schen Rennwagens, welche von einer Münze dieses Kaisers entlehnt ist. Mittheilungen hierüber macht auch Ginzrot Bd. 1, S. 73.

welche zur Fortschaffung für die zu grossen Bauten bestimmten Lasten erforderlich waren [1]).

Eins der verbreitetsten zweirädrigen Fuhrwerke, das sogenannte Carpentum (die Apene der Griechen), zeigt Fig. 17, welche einem etruskischen Gemälde nachgebildet ist [2]).

Fig. 17.



Dasselbe war ein mit gewölbter Bedeckung (Plan, Baldachin) versehener Prachtwagen, welcher zwei bis drei Personen fasste, vorzüglich das Luxusfuhrwerk der römischen Damen bildete und gewöhnlich von Maulthieren gezogen wurde. Unsere Abbildung zeigt speciell ein Hochzeits-Carpentum, worin das Brautpaar neben einander sitzt.

Fig. 18.



Fig. 18 lässt ein Carpentum funebre erkennen, auf welchem der Aschenkrug oder die Statue der Vornehmen beim Leichenzuge gefahren wurde. Diese Abbildung ist einer Medaille entnommen, welche man zum Andenken einer römischen Kaiserin prägte [3]).

Das unbedeckte oder mit einem blossen Schirmdache (Himmel) versehene, an den Seiten offene Carpentum hatte den besonderen Namen Pilentum. Die hiervon existirenden Abbildungen sind etwas zweifelhafter Natur, weshalb wir uns auf die unten notirten Quellenangaben beschränken [4]).

Fig. 19.



Eine fernere Gattung zweirädriger Fuhrwerke ist das Cisium Fig. 19, oder das Cabriolet der Römer, von leichtem Bau, offen und von der gewöhnlichen Biga besonders dadurch verschieden, dass der Kasten hinten geschlossen war, vorn aufgestiegen wurde und dass es in

1) Guhl und Koner, Das Leben der Griechen und Römer S. 630, sowie in Weiss' „Kostümkunde" S. 1326.

2) Rich, Art. „Carpentum", Weisser-Kurz Taf. 4, Fig. 8, S. 252.

3) Rich a. a. O. und Weisser-Kurz Taf. 4, Fig. 9.

4) Ginzrot a. a. O. Bd. 1, S. 459; Rich, Art. „Pilentum".

der Regel nur zwei Personen fasste. Jedes Pferd ging an einer besonderen Deichsel, jedoch spannte man auch zuweilen noch Strangpferde an. Dies Fuhrwerk diente namentlich zum Schnellreisen, weshalb es auch von den Courieren, Briefboten etc. benutzt wurde.

Ein besonders bei Feldarbeiten und zum Transport schwerer Lasten angewandtes Fuhrwerk, Plaustrum genannt, lässt Fig. 20 erkennen. Bemerkenswerth ist hierbei, dass die Räder keine Speichen hatten, sondern runde hölzerne, massive Scheiben (Tympanum) bildeten, die, wie die Räder unserer heutigen Eisenbahnfuhrwerke, auf der Achse festsassen, so dass sie sich gemeinschaftlich mit letzterer in Pfannen drehten [1]).

Fig. 20.



In unserem speciellen Falle besteht der Hauptkörper des Wagengestelles aus einer starken Holzplatte, auf welche man einen geflochtenen Korb gesetzt hatte, der insbesondere zur Aufnahme von Mist etc. diente [2]).

Eine andere Specialität dieses Bauernfuhrwerks ist ein von zusammengedrehten Stricken gebildetes Joch, welches man um die Nacken in geeigneter Weise geschlungen hatte.

In anderen Fällen bediente man sich eines Joches von der Anordnung Fig. 21, welches mittelst Riemen am Ende der Deichsel festgebunden wurde [3]). Die beiden Bogen passten begreiflicherweise um den Hals der Thiere, welche dasselbe trugen [4]).

1) Einen kleinen, zweirädrigen Lastwagen, dessen Kasten oder Verschlag (wie in der Regel beim Plaustrum) nicht abgenommen werden konnte, sondern unmittelbar auf der Achse befestigt war, nannten die Römer „Carrus (Karren)". Man bediente sich dessen in den helvetischen und gallischen Kriegen als Munitions- und Gepäckwagen. Der Name ist keltischen Ursprunges. An der Trajanssäule sind derartige Fuhrwerke dargestellt, ganz besonders aber am Bogen des Septimius Severus, wovon sich bei Weisser-Kurz schöne Abbildungen auf Taf. 27, Fig. 4 vorfinden.

2) Ausführlich Ginzrot Bd. 1, S. 171, Taf. 7, Fig. 1.

3) Die Jochriemen waren zuweilen sehr künstlich umwunden und verknüpft. So erzählt man von dem künstlichen Jochknoten des Gordius, dass ihn Niemand aufzulösen vermochte, bis Alexander der Grosse endlich nach vergeblichen Mühen die Trennung mittelst seines Schwertes verrichtete.

4) Ueber noch andere Joche sehe man den Art. „Jugum" in Rich und vorzüglich Ginzrot, Bd. 1, Taf. 3 B. und 4 A.

Einen Bauernkarren der alten Britten, wie er sich bis heute in der englischen Grafschaft Wales erhalten hat, zeigt endlich noch Fig. 22, die wir dem bereits oben citirten Buche von Philps[1]) entlehnten. Bemerkenswerth ist hierbei die einfache Herstellung des Wagengestelles und der betreffenden Gabeldeichsel, sowie der Scheibenräder, wozu man ursprünglich wahrscheinlich ein rundes Baumstück verwandt haben wird.

Fig. 21.

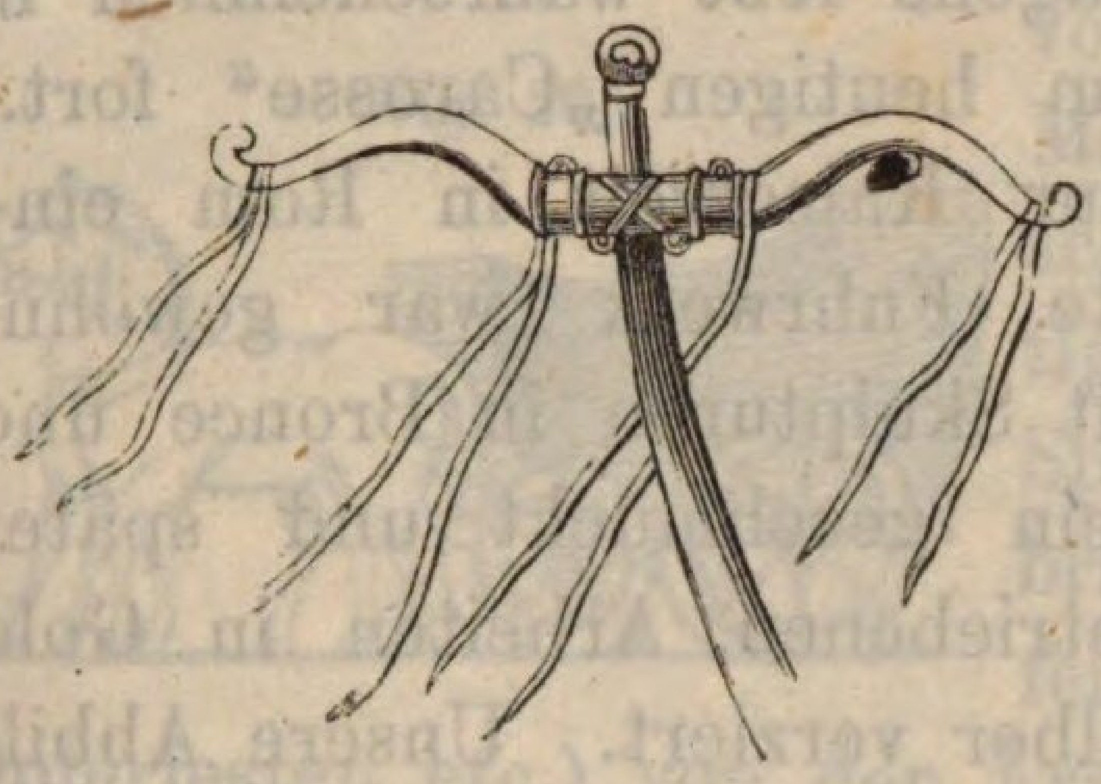
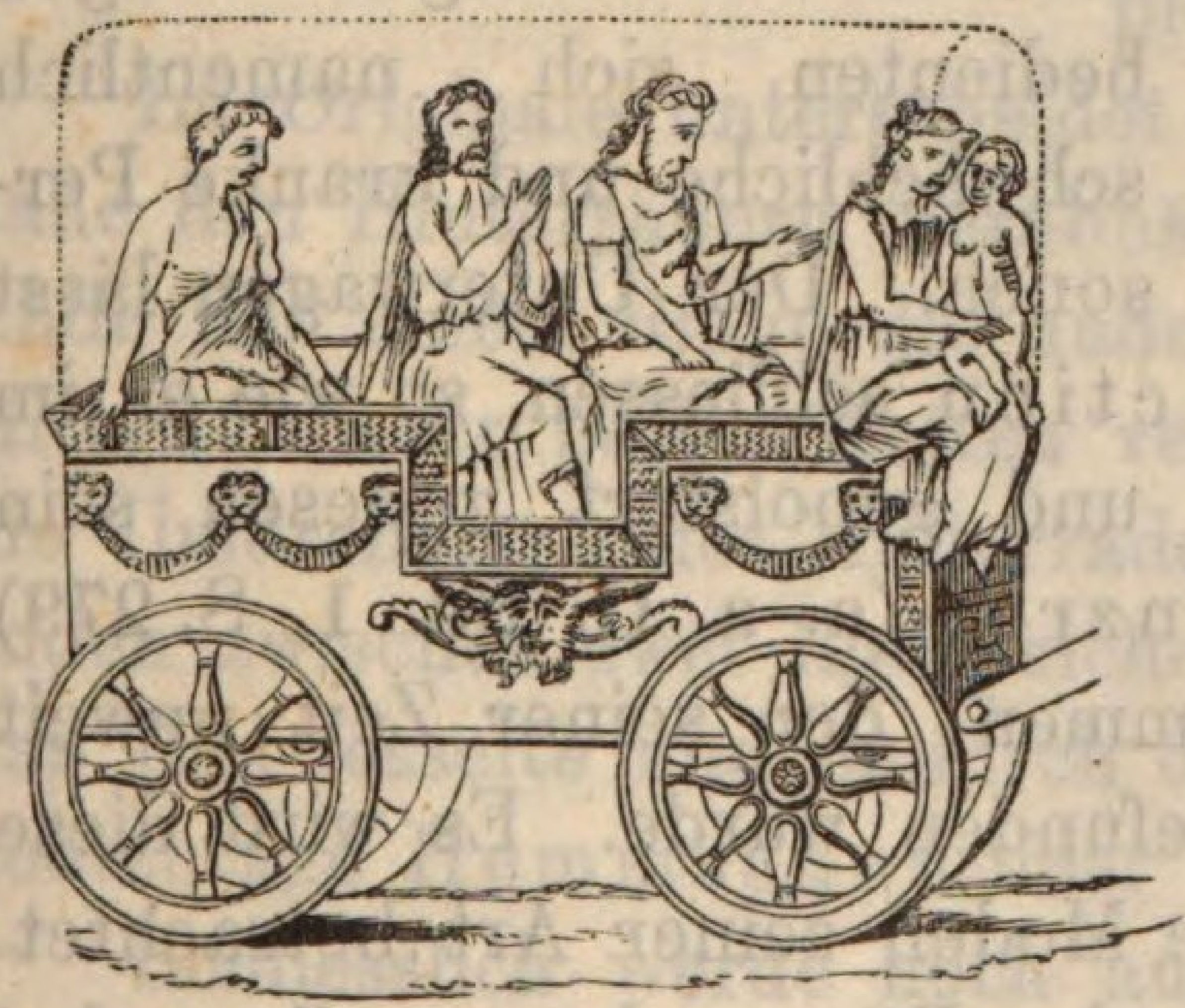


Fig. 22.



Von vierrädrigen Fuhrwerken der Römer nahm die erste Stelle die sogenannte gallische Rheda (Fig. 23) ein, welche vorzugsweise als Gesellschafts- und Reisewagen, wohl auch als Fracht- und Heerwagen benutzt wurde, Raum für Personen und Gepäck hatte und auch mit einer Decke versehen werden konnte.

Fig. 23.



Von der (offenen) Rheda unserer Abbildung soll sich das Originalbild auf einer der Säulen des Theodosius in Constantinopel befinden[2]). Der Wagenkasten ist reich verziert und hat in der Mitte einen tiefen Einschnitt, um bequem einsteigen zu können. Die offene wie bedeckte Rheda diente bei den Römern auch als Miethwagen für den Personentransport (Rheda meritoria), doch wurden hierzu auch Cisia (Fig. 19) benutzt, sowie noch andere Wagengattungen, weshalb auch der Name Vehicula meritoria (Miethfuhrwerke) schon damals allgemein gebräuchlich war.

1) The Progress of Carriages, p. 161.
2) Ginzrot, Bd. 1, Taf. 20.

Der Rheda ähnlich, nur kleiner (in der Regel für zwei Personen), vor Allem aber kostbarer und mehr für den Luxus der Grossen bestimmt, war die Carruca, Fig. 24. (Der Name dieses Wagens lebt wahrscheinlich in unserem heutigen „Carosse“ fort.) Dies zur Kaiserzeit in Rom eingeführte Fuhrwerk war gewöhnlich mit Skulpturen in Bronce und Elfenbein geschmückt und später mit getriebenen Arbeiten in Gold und Silber verziert. Unsere Abbildung [1]) stammt aus der Notitia Imperii in der k. k. Bibliothek zu Wien [2]).

Fig. 24.



Von Nero wird erzählt, dass er auf Reisen niemals weniger als 1000 solcher Carruken mit sich führte, deren Maulthiere mit Silber beschlagen waren.

Fig. 25.



Einen der ältesten bedeckten und auch ringsum (mit Brettern?) verschlossenen, vierrädrigen römischen Wagen, die Arcĕra, lässt Fig. 25 erkennen. Derartiger Wagen bedienten sich namentlich schwächliche und kranke Personen. Der Unterwagen lässt auf eine Art Langbaumconstruction schliessen, so wie er im Innern mit Stoffen ausgeschlagen und gepolstert gewesen sein soll. Unsere Abbildung ist von Ginzrot (a. a. O. Bd. 1, S. 279) einem römischen Grabsteine entnommen, der seiner Zeit unweit Rastatt ziemlich gut erhalten aufgefunden wurde. Es wird diese Abbildung als das einzige bekannte Modell seiner Art betrachtet.

Fig. 26 zeigt einen Korbwagen der Römer, der vor ihnen bei den Galliern und Belgiern im Gebrauche war und dort Benna [3])

1) Weisser-Kurz, Erläuterungen, S. 253, Taf. 4, Fig. 34; Ginzrot, Bd. 1, S. 636, Taf. 36, Fig. 2.

2) Bei Weisser-Kurz findet man auf Taf. 27, Fig. 3 den Triumphzug Konstantins (vom Konstantinsbogen) dargestellt, wobei der vierrädrige Triumphwagen fast ganz obiger Abbildung Fig. 24 gleicht.

3) Ginzrot Bd. 1, S. 374, und Rich im Art. „Benna“.

genannt wurde. Er diente im Frieden als Personen- und Güterwagen, im Kriege zum Transporte von Waffen und Gepäck. In der Regel enthielt der Korb Raum für drei Doppelsitze hinter einander oder insgesammt für sechs Personen. Nach Rich ist vorstehende Abbildung der Säule des Marc Aurel entnommen. Thatsache scheint es übrigens zu sein, dass derartige Korbwagen auch bereits bei den Spartanern und Lacedämoniern im Gebrauche waren und insbesondere bei feierlichen Gelegenheiten (Hochzeiten, Opferfesten etc.) von den Frauen benutzt wurden.

Fig. 26.

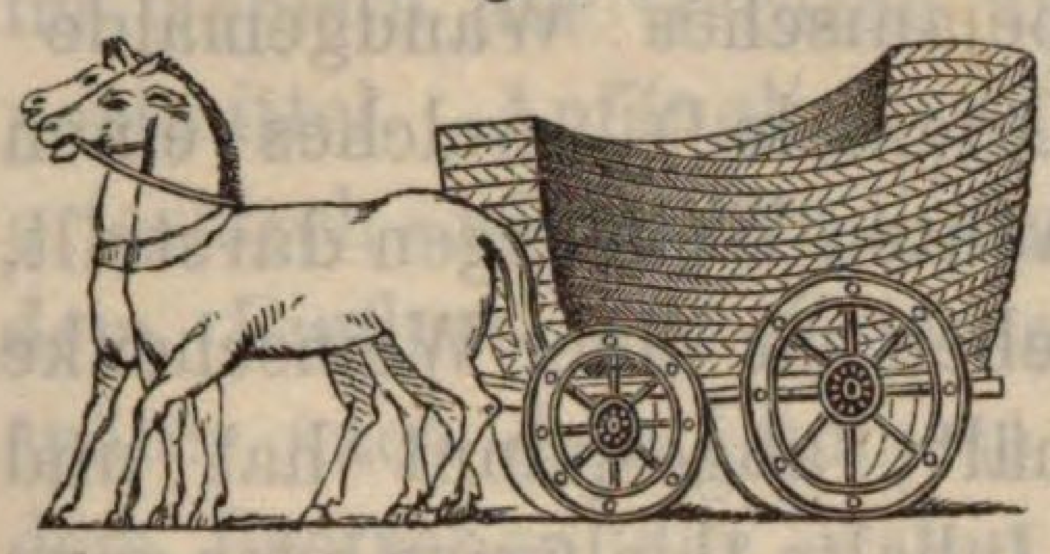


Fig. 27 ist die Abbildung eines römischen vierrädrigen Lastwagens, grosses Plaustrum (Plaustrum majus) genannt, welcher von einem Grabmal-Basrelief abgezeichnet wurde [1]). Die Bauart dieses Wagens gleicht ganz den noch gegenwärtig in manchen Theilen Italiens gebräuchlichen vierrädrigen Bauerwagen. Von den drei Pferden sind zwei (die Deichselpferde) ins Joch gespannt, während das dritte wiederum ein sogenanntes Strangpferd ist.

Fig. 27.



Im Originale unterscheidet man deutlich zwei Ketten, welche nahe den Hinterrädern herabhängen, wovon die eine am freien Ende mit einem Ringe, die andere mit einem Haken versehen ist. Mittelst dieser beiden Ketten verhinderte der Fuhrmann zeitweise die Umdrehung eines Hinterrades, indem er die beiden Kettenenden zwischen zwei Radspeichen hindurch um eine Felge legte, das Rad fesselte und dadurch dasjenige Mittel ersetzte, was man heutzutage Hemmschuh oder Bremse zu nennen pflegt [2]).

Schliesslich werde noch auf einen römischen Leiterwagen [3])

1) Ginzrot, Bd. 1, S. 228, Taf. 26.

2) Von den Blockwagen (Chamulchus) der Römer, kräftigen Lastwagen mit niedrigen Rädern, deren sie sich zum Transporte sehr schwerer Körper, wie grosser Marmorblöcke, Obelisken, Säulen etc. bedienten, habe ich zuverlässige Abbildungen nicht finden können.

3) Bekanntlich versteht man unter einem Leiterwagen einen vorzugsweise zu landwirthschaftlichen Zwecken dienenden Wagen, wobei aus zwei Liegbalken (Leiter-

(Kibika, mit geflochtenem Trog), Fig. 28, aufmerksam gemacht, den man Clabuare nannte und der sowohl zum Fahren geeigneter Producte (Waaren) diente, als auch zum Reisen, zum Transporte von Soldaten etc. benutzt wurde.

Fig. 28.



Unsere Abbildung hat ein Pompejanisches Wandgemälde zum Originale [1]), welches einen sogenannten Weinwagen darstellt, der soeben vor einer Weinschenke still hält, abgespannt hat und seines Inhalts theilweise oder ganz entleert wird. Der römische wie griechische Landmann pflegte nämlich seine billigen Weine in aus Fellen zusammengenähten, bequem auf dem Rücken zu tragenden Schläuchen zu Markte zu bringen, oder bei bedeutenderen Quantitäten einen grösseren derartigen Schlauch zu Wagen den Stadtconsumenten zuzuführen. In unserem Originale ruht ein solcher gewaltiger Weinschlauch auf dem Leiterwagen, während zwei junge Leute am hinteren Ende des Wagens beschäftigt sind, vermittelst einer aus dem Beine eines Felles gebildeten Röhre den Wein in lange irdene Henkelkrüge (Amphoren) abzuzapfen.

Anmerkung. Im Oriente, ausserhalb des Bereiches der Römerherrschaft, blieben alle Fuhrwerke auf der niedrigsten Stufe der Ausbildung stehen, da es dort zu keiner Zeit gebräuchlich war, Vergnügungsreisen zu machen, für den Handel und sonstigen Verkehr aber als Transportmittel vorzugsweise (oder ausschliesslich) Pferde, Kameele, Maulthiere etc. benutzt wurden. In Arabien, Indien, China etc. gehörte damals (wie noch jetzt) der Gebrauch der Räderfuhrwerke immer nur zu den Ausnahmen [2]), man beschränkte sich auf karrenartige Wagen der rohesten Construction und brauchte zum Personentransport Tragsänften (Palankine).

bäumen) und durch eine hinlängliche Anzahl Sparren (Spangen) ein derartiges Gitterwerk gebildet ist, dass ein seitliches Durchfallen der Ladung nicht eintreten kann.

1) Overbeck, Pompeji S. 403, sowie Guhl und Koner, Das Leben der Griechen und Römer, S. 546.

2) Weiss, Kostümkunde (Bd. 3): „Geschichte der Tracht und des Geräthes im Mittelalter.“ Stuttgart 1864, S. 300.

§. 4.

Nach dem Verfalle Roms (410 v. Chr.) und als längst der Barbar im einsamen Circus sein Ross tummelte, wo dereinst die glänzenden Rennwagen rollten, war das oströmische Reich und insbesondere Byzanz der Träger und Repräsentant der Cultur auch im Gebiete der Geräthe und demgemäss nicht minder der Transportmittel. Anfänglich wahrscheinlich nur eine Fortsetzung der griechisch-römischen Vorbilder, gestaltete es sich nachher, unter dem Einfluss des Orientes, in asiatisch-römischer Weise und später nach dem Einflusse des Christenthums um, und zwar nach dem Bestreben der ersten Christen, sich so weit als nur möglich frei von heidnischen Ueberlieferungen zu machen.

Schon unter Constantin (306 n. Chr.) hatte man den höchsten Beamten als besondere Auszeichnung den Gebrauch eines eigenen Fuhrwerks (des Carpentum) erlaubt, welches aus einem zweirädrigen Wagen bestand, dessen Kasten ringsum geschlossen, mit einem Verdeck von Teppichen ausgestattet, sonst aber wohl den weströmischen, bereits oben beschriebenen Fuhrwerken gleich war.

Von der Pracht der damaligen kaiserlichen Fuhrwerke giebt u. A. der kostbare Wagen des Kaisers Arcadius (394 n. Chr.) Zeugniss, wovon Chrysostomus Folgendes erzählt [1]):

„Die beiden auserlesenen Maulthiere, welche den Wagen des Kaisers ziehen, sind vollständig weiss und mit Gold überdeckt. Der aus lauter gediegenem Golde gearbeitete Wagen erregt die Bewunderung aller Zuschauer, welche die purpurfarbenen Vorhänge, den weissen Teppich, die Edelsteine und die goldenen Platten anstaunen, welche durch das Fahren zitternd bewegt einen hellglänzenden Schimmer ausstrahlen.“

Zum Reisen scheint man, selbst für weite Entfernungen, nicht ausschliesslich Fuhrwerke, sondern auch Tragsänften (Palankine, Lecticae) benutzt zu haben [2]), wie u. A. die Erzählung von einer reichen griechischen Dame beweist, als deren angenommener Sohn der nachherige Kaiser Basil (867 n. Chr.) bezeichnet wird [3]). Diese Dame soll den etwa 500 Meilen langen Weg von Patras

1) Weiss a. a. O. Bd. 3, S. 87 u. 88.

2) Abbildungen u. A. bei Ginzrot Bd. 2, Taf. 65, und hiernach bei Rich p. 346 (Lectica).

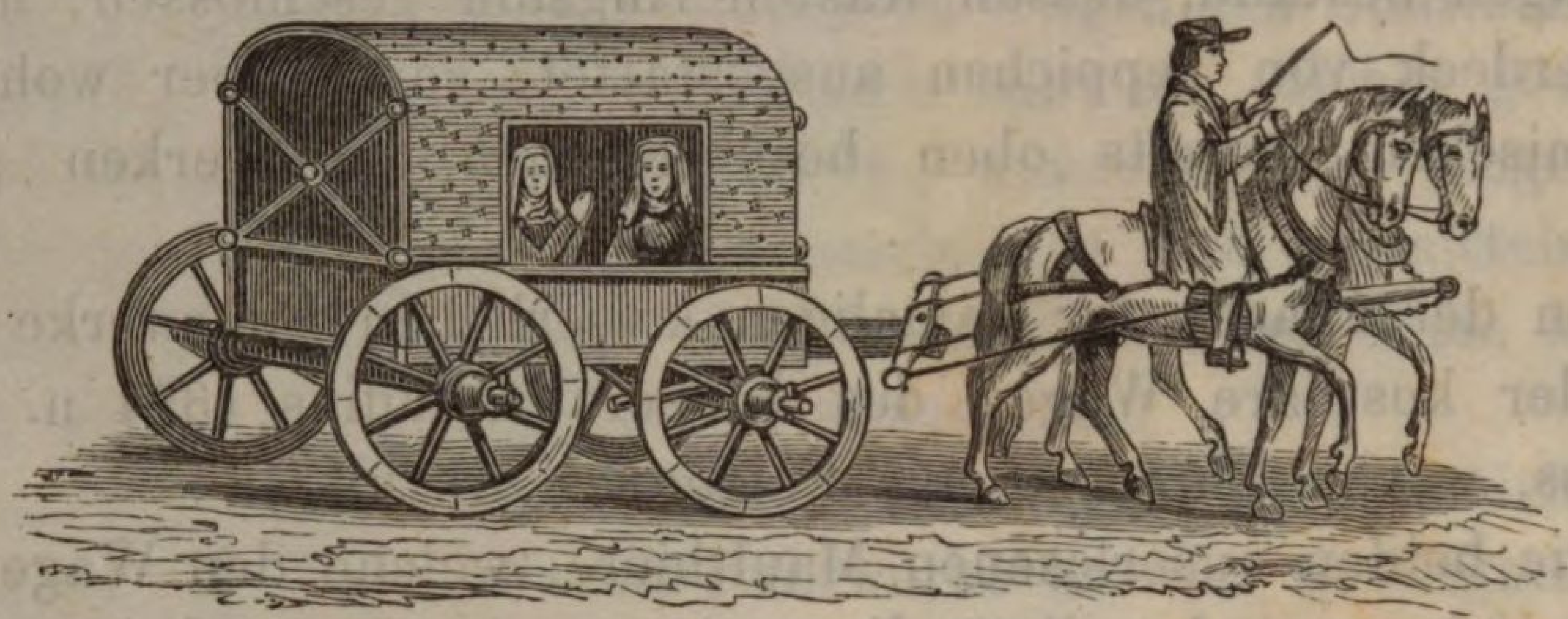
3) Weiss a. a. O. Bd. 1, S. 160.

bis Byzanz in einer Sänfte zurückgelegt haben, welche zehn starke Diener trugen, zu deren Ablösung sie nicht weniger als 300 Sclaven mit sich führte.

Wie wenig Werth auf Fuhrwerke und deren Vervollkommnung in anderen europäischen Ländern gelegt wurde, bezeugt u. A. eine Notiz über fürstliche Wagen aus der Zeit merowingischer (fränkischer) Könige (486 bis 752 n. Chr.), indem von diesen Wagen berichtet wird, „dass sie nur aus einfachen Karren und zwar mit Ochsengespann bestanden, welches vollständig nach Bauernart ein Rinderhirt leitete.“

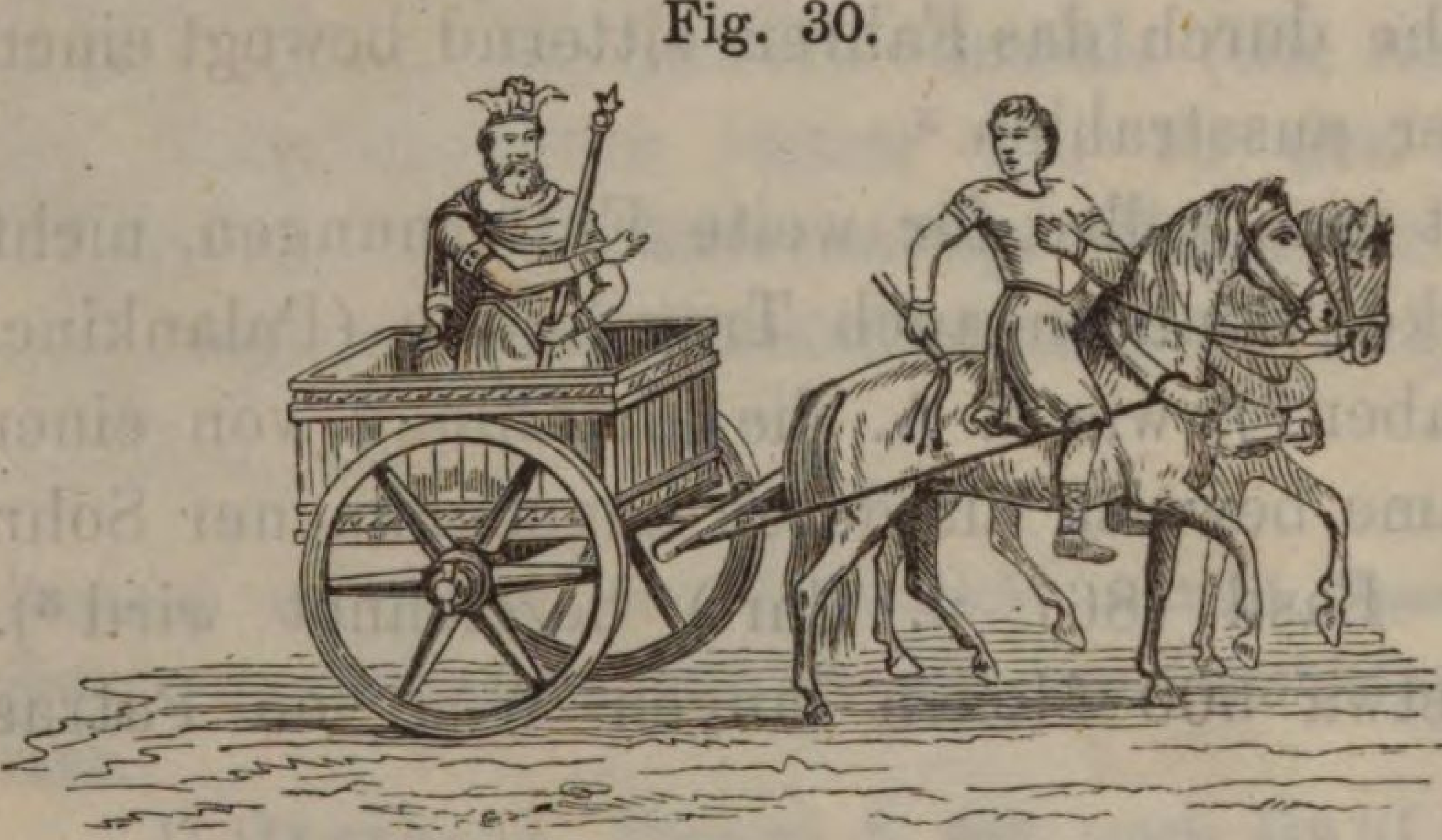
Auch von Karl dem Grossen (768—814) wird berichtet [1]), dass er sich eines ähnlichen einfachen Wagens sowohl in der Stadt als auf dem Lande bediente, vor welchen man vier Ochsen gespannt hatte, die von einem nebenhergehenden Treiber geleitet wurden.

Fig. 29.



Getreue Abbildungen von Wagen aus diesen Zeiten sind selten, und hat der Verfasser nicht mehr auftreiben können, als was sich bei Ginzrot hierüber findet.

Fig. 30.



Das vierrädrige Fuhrwerk Fig. 29 stellt den Wagen der heiligen Ottilia, nach einem Kupferstiche in Königshoven's Elsasser Chronik dar [2]), worin diese Heilige ihren Vater im Elsass-

1) Ginzrot Bd. 3, S. 100.

2) Die Echtheit dieser Abbildung ist zweifelhaft; sie dürfte einem weit späteren Jahrhunderte angehören.

Hohenburg i. J. 753 besucht, während das zweirädrige Fuhrwerk Fig. 30 (ein Currus, Karren) dem Manuscripte der Heradis entlehnt ist, welches sich auf der königlichen Bibliothek in München befindet und dem die Jahreszahl 1180 beigeschrieben ist.

Der Wagen Fig. 29 scheint bereits mit einem beweglichen Vordergestell (mit Lenkscheit) versehen gewesen zu sein. An beiden Fuhrwerken findet sich aber als charakteristische Neuigkeit die Ersetzung des (Nacken-) Joches durch das (Hals-) Kummet und damit auch die Einführung von Zugsträngen für beide Deichselpferde.

Fig. 31.

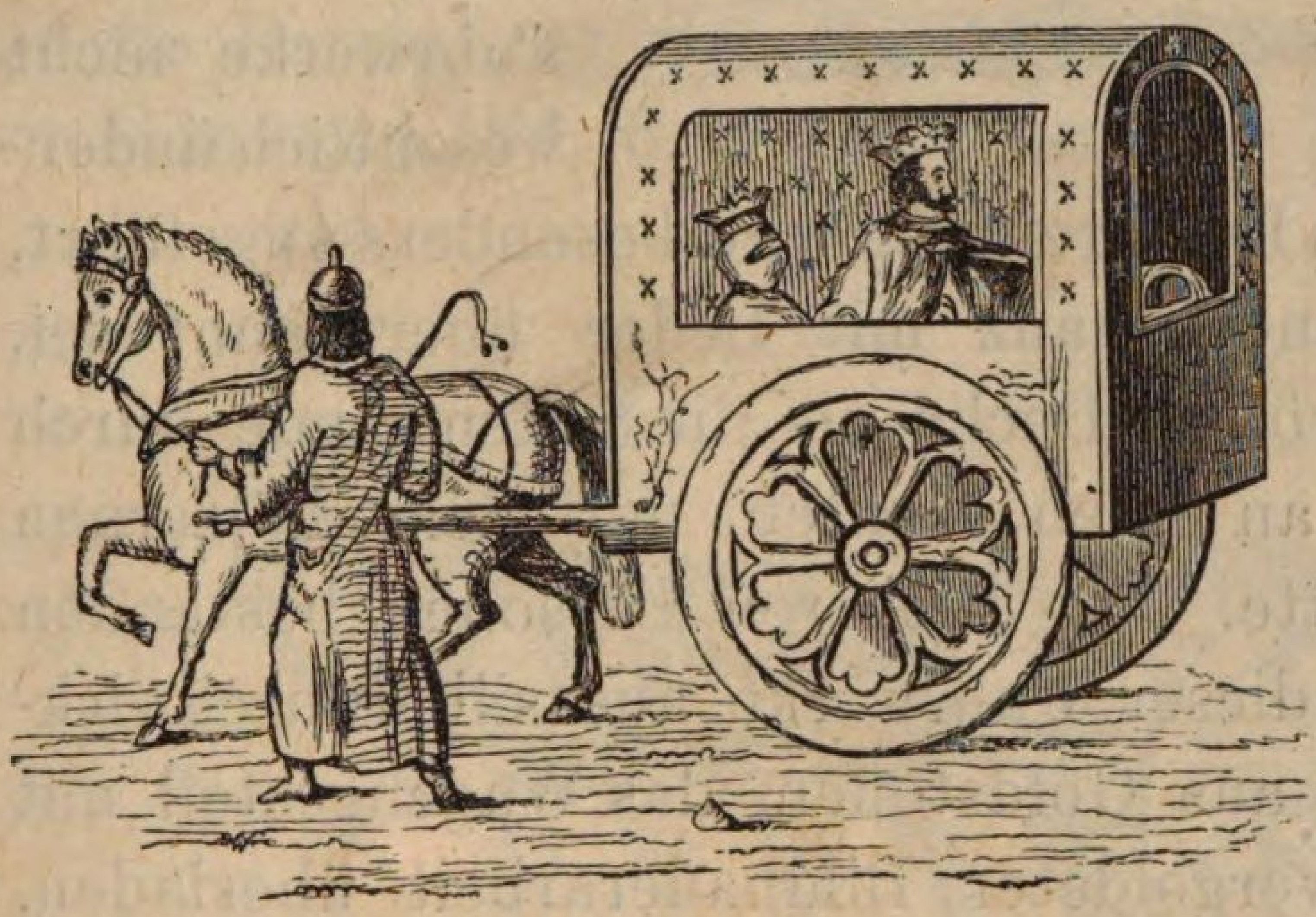


Fig. 31 zeigt den zweirädrigen Wagen des Königs John von England (1200 n. Chr.), nach einem Holzschnitt in Philps' bereits oben genanntem Buche [1]), wozu der Autor bemerkt, dass der Wagenkasten auf der Radachse (ohne Federn) festsass, die Räder aus einem kreisförmigen Holzstück gefertigt, mit Holzschnitzereien verziert und endlich mit einem dicken Holzreifen umbunden waren, während man das Pferd in eine sogenannte Gabeldeichsel gespannt hatte.

Nachfolgende Abbildungen [2]) stellen italienische Kobelwagen

Fig. 32.



(Cochio's) dar. Fig. 32 soll aus dem Jahre 1288 stammen. Das Verdeck dieses Wagens ist aus einer Binsenmatte gebildet,

1) A. a. O. (The Progress of Carriages) S. 162.

2) Ginzrot a. a. O. Bd. 3, S. 84.

unter welcher im Vordertheile Frauenzimmer, in der hinteren Abtheilung Männer Platz genommen haben [1]).

Fig. 33.



Der Abbildung Fig. 33 ist in unserer Quelle die Jahreszahl 1426 beigeschrieben, woraus hervorgehen würde, dass sich in fast anderthalb Jahrhunderten diese Fuhrwerke nicht wesentlich änderten. In der Ginzrot'schen Beschreibung wird besonders angeführt, dass letzter Wagen auswendig ganz mit Leder überspannt sei, wobei man sowohl die gewölbte Decke als die Seitenwände durch grosse messingene Nägel an allen Kanten mit dem hölzernen Kastengerippe vereinigt hatte. Bei reicheren Personen bestanden sehr oft Dach und Wände dieser Fuhrwerke aus silberdurchwirkten Seidenzeugen oder gar aus Goldstoffen, das Wagengestell mit schwerer und wohl auch vergoldeter Bildhauerarbeit überladen, meistentheils aber ohne Kunstwerth und geschmacklos.

In England bedienten sich schon zur Zeit Richard's II. (1380) die Damen ähnlicher Wagen, die unter dem Namen Wherlicots bekannt waren. Ginzrot giebt Bd. 3, Taf. 18, Fig. 2 die Abbildung eines solchen vierrädrigen (den vorher mitgetheilten italienischen Cochio's ähnlichen) Fuhrwerkes, dessen Echtheit jedoch sehr in Zweifel zu ziehen sein dürfte.

Einer ausgebreiteten Verwendung von Fuhrwerken zum Personentransport und zu Zwecken des Luxus hatte sich in dieser Zeit bereits das Lehnswesen entgegengestellt. „Den Lehnsherren war nämlich zu sehr daran gelegen, dass ihre Vasallen zu allen Zeiten gleich zu Pferde dienen konnten, als dass sie das Fahren im prächtigen Wagen hätten begünstigen sollen. Sie sahen voraus,

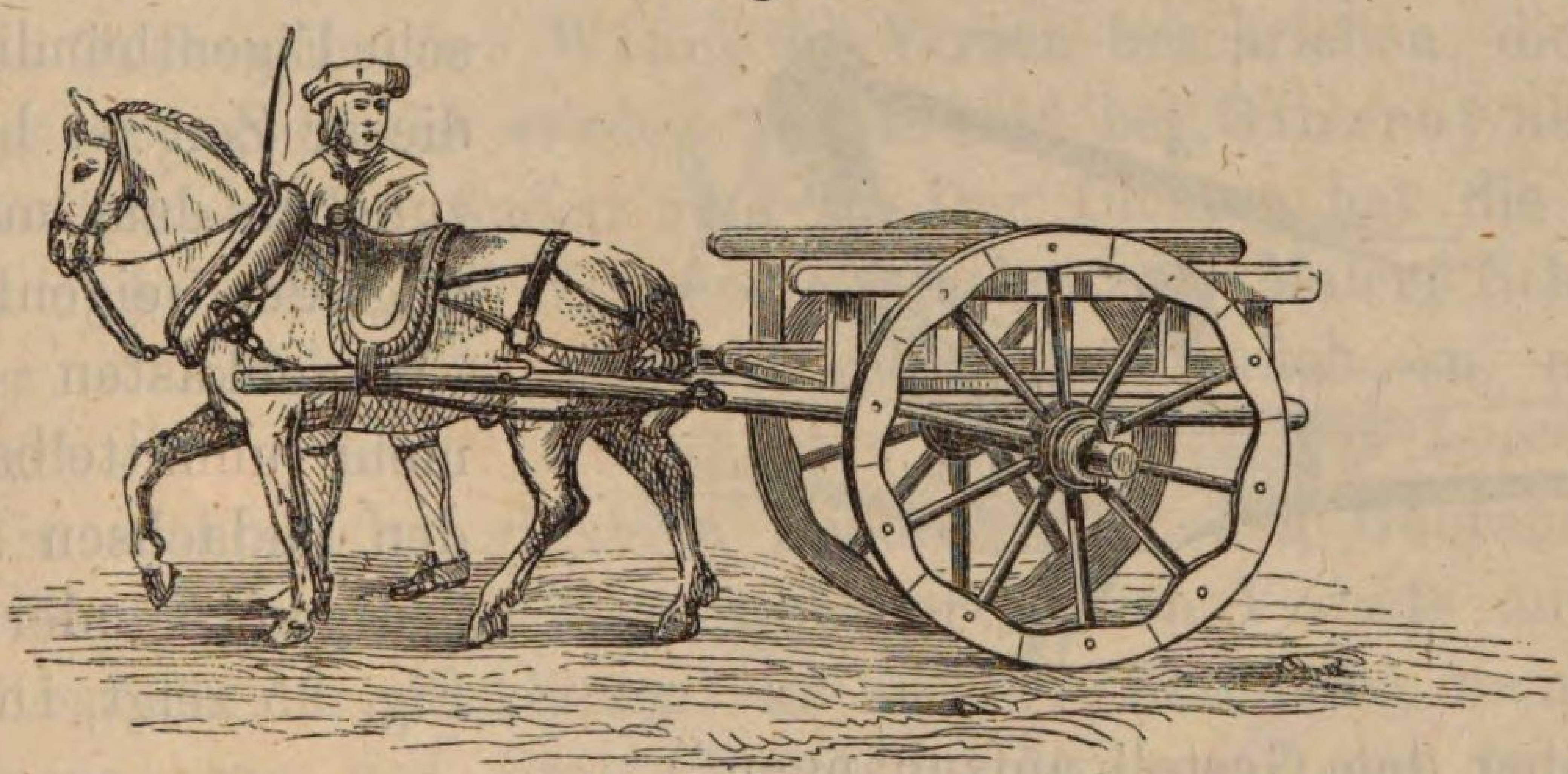
1) Diese Wagen ähneln übrigens ganz den deutschen Zeisel- oder Stellwagen, wovon Ginzrot zwar eine Abbildung (Bd. 3, Taf. 14, Fig. 1) giebt, die jedoch nicht echt zu sein scheint, während auch gar nicht bemerkt ist, wo sich das betreffende Original befinden soll.

dass der Adel sich dadurch des Reitens entwöhnen und zum Kriegsdienste unfertiger und ungeschickter machen würde. Diener, Männer und Frauen, Weltliche und Geistliche ritten auf Pferden oder Mauleseln, und Frauen und Mönche noch bequemer auf Eselinnen. Der Minister ritt zu Hof und sein Pferd ging allein, ohne Führer, zu seinem Stalle zurück, bis es ein Bedienter wieder nach Hofe brachte, um den Herrn abzuholen" [1]).

Auf gleiche Weise ritten die Rathsherren der Reichsstädte noch im Anfange des 16. Jahrhunderts zur Sitzung, so dass noch im Jahre 1502 zu Frankfurt a. M. bei der Römerthür eine kleine Stiege zum Aufsitzen aufgemauert ward.

Sowohl in Hinsicht auf chronologische Folge als in Bezug auf die Darstellung der Beschirrung und Bespannung entlehnen wir Ginzrot (Bd. 3, S. 282) den Fig. 34 abgebildeten deutschen

Fig. 34.



Karren aus dem Jahre 1508, welcher einem Holzschnitte des Hans Burgmayer nachgebildet wurde. An derselben Stelle werden auch Karren, von Albrecht Dürer, dem Lehrer Burgmayer's, gezeichnet, mitgetheilt, deren Construction jedoch immer dieselbe, d. h. im Wesentlichen mit der heutiger Zeit übereinstimmend ist.

Bei Einzügen und Aufzügen fürstlicher Personen in Städten benutzte man fast niemals Wagen, sondern ausschliesslich Pferde und selbst im päpstlichen Ceremoniel ist keiner Leibkutsche und keines Leibkutschers gedacht [2]). Als im 16. Jahrhundert

1) Um mein oben ausgesprochenes Urtheil über das Ramée'sche Geschichtsbuch zu begründen, bin ich hier wörtlich Beckmann gefolgt. Ramée übersetzt auch hier ohne Quellenangabe.

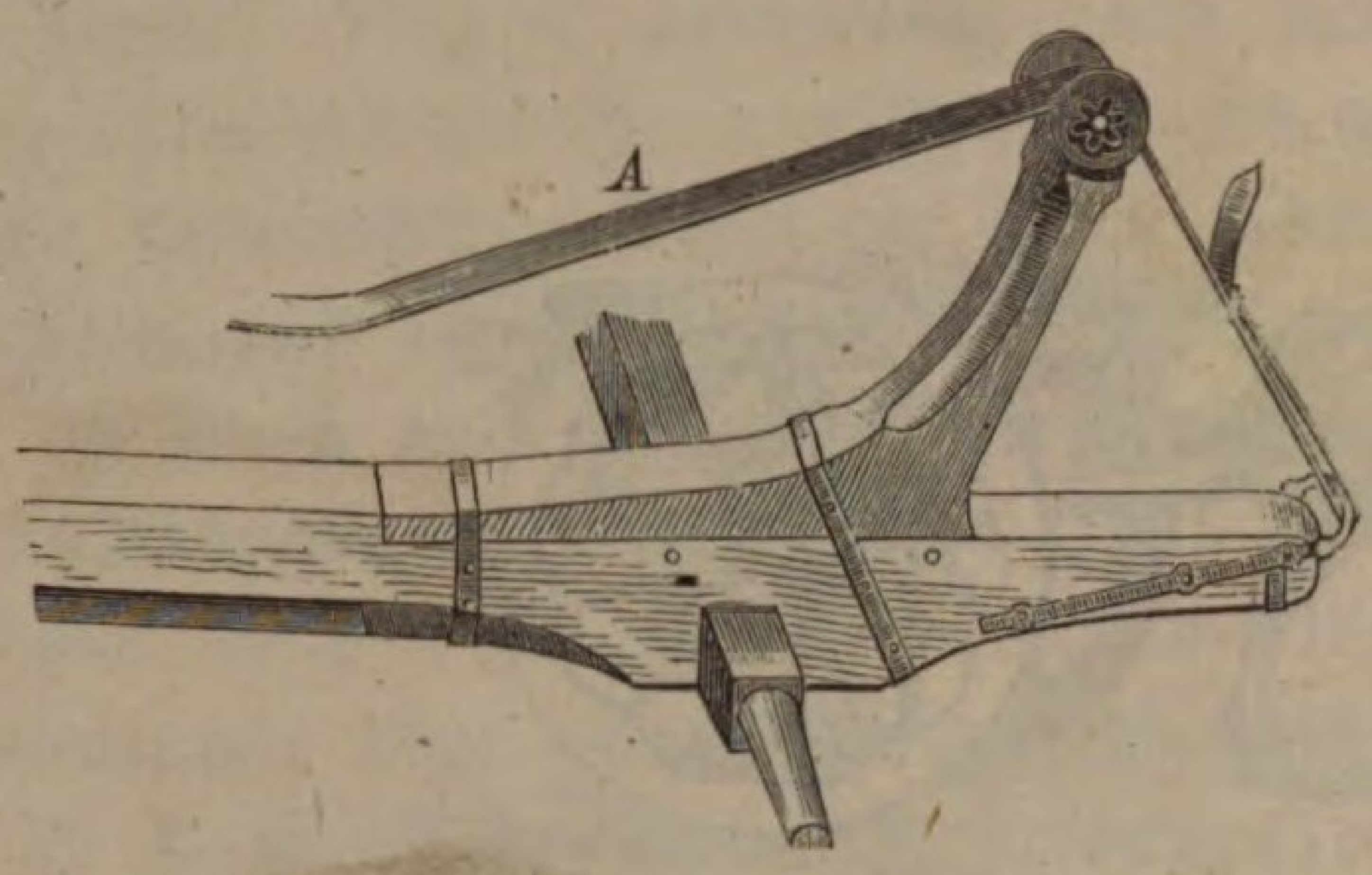
2) Beckmann a. a. O. S. 393 und wieder wörtlich übersetzt bei Ramée S. 59 u. 64, ohne Beckmann's mit einer Silbe zu gedenken!

bedeckte Wagen bekannter wurden, bedienten sich ihrer nur die vornehmen Frauen, aber Männer hielten es für unanständig zu fahren.

Als Graf Wolf von Barby vom Kurfürsten Johann Friedrich zu Sachsen 1544 zur Reise nach dem in Speier angesetzten Reichsconvent gefordert ward, bat er um Erlaubniss, sich eines behangenen Wagens mit vier Pferden bedienen zu dürfen [1]).

Selbst den Frauenzimmern höherer Stände erschwerte man den Gebrauch der Wagen, wie u. A. Beckmann von einem gewissen Herzog (S. 395 a. a. O.) aus dem Jahre 1545 erzählt, „dass er seiner Gemahlin nur mit Mühe Erlaubniss gab, sich zur Reise ins Bad eines bedeckten Wagens bedienen zu dürfen, und dann auch nur unter der ausdrücklichen Bedingung, dass ihre Begleiterinnen sich dergleichen enthalten sollten."

Fig. 35.



Als charakteristische Eigenthümlichkeit dieser Zeit ist hervorzuheben, dass man anfing den eigentlichen Wagenkasten nicht mehr unmittelbar auf den Radachsen zu befestigen, sondern, wie Fig. 35 zeigt, in Riemen über dem Gestell aufzuhängen [2]).

Ein specielleres Beispiel hiervon ist folgende Abbildung (Fig. 36) eines Wagens, welcher zu den Vermählungsfeierlichkeiten des Herzogs Wilhelm von Baiern mit Renata, Herzogin von Lothringen, im Jahre 1568 benutzt und der Braut vom Bräutigam (als Braut- oder Familienwagen) verehrt wurde. Ginzrot [3]) hat

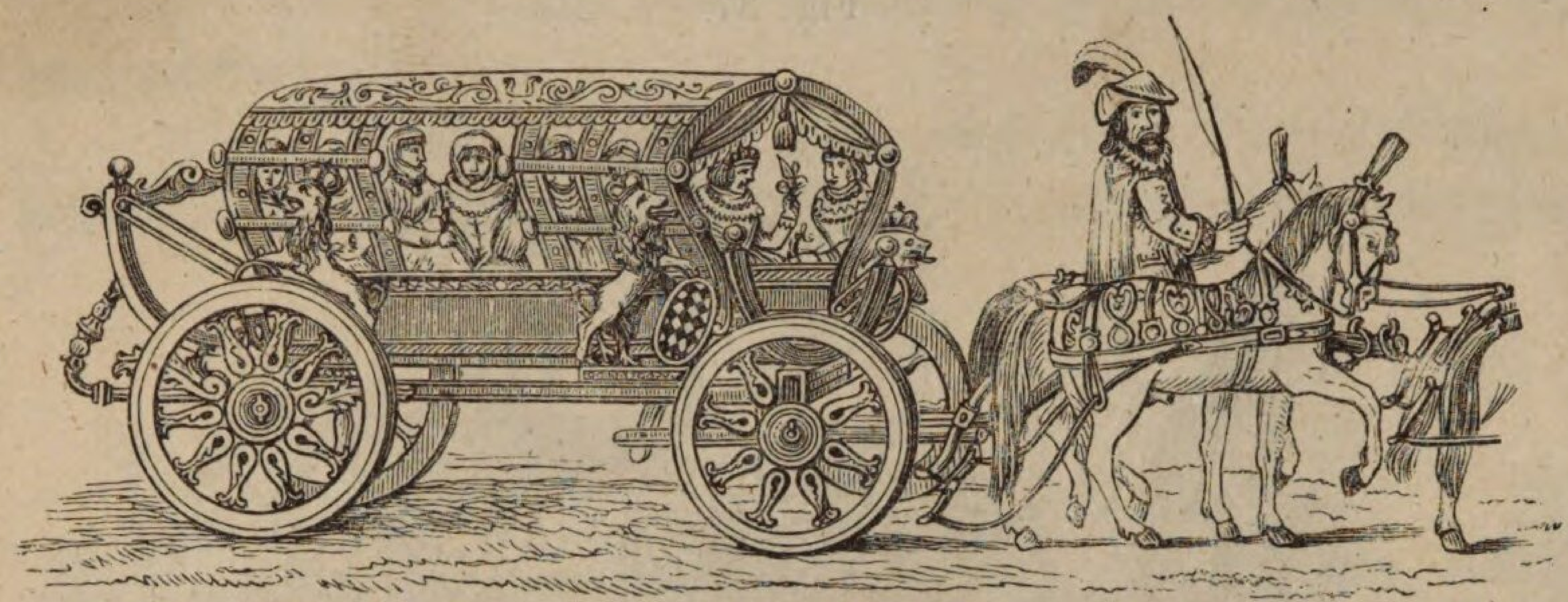
1) Beckmann a. a. O. S. 395 und genau mit denselben Worten bei Ramée, p. 86, ohne Beckmann zu erwähnen.

2) Die Abbildung Fig. 35 ist Violet-le-Duc's „Dictionnaire raisonné du Mobilier Français" (Paris 1858, p. 61, Art. „Char") entlehnt, wobei bemerkt wird, dass vor der Mitte des 16. Jahrhunderts wahrscheinlich nirgends aufgehangene Wagenkasten vorgekommen sind. Der ausserdem dort gezeichnete hölzerne Kasten selbst hat hinten und vorn Sitzbänke, ist mit Rücken- und Armlehnen ausgestattet, während sich die offenen Einsteigöffnungen (ohne Thüren) in der Mitte der Seitenwände, zwischen den Vorder- nnd Hinterrädern befinden.

3) A. a. O. Bd. 3, S. 47.

diese Abbildung einem Werke entlehnt, welches der Bibliothek des Münchener Oberstallmeisterstabes angehört, so dass wohl deren Treue unzweifelhaft ist.

Fig. 36.



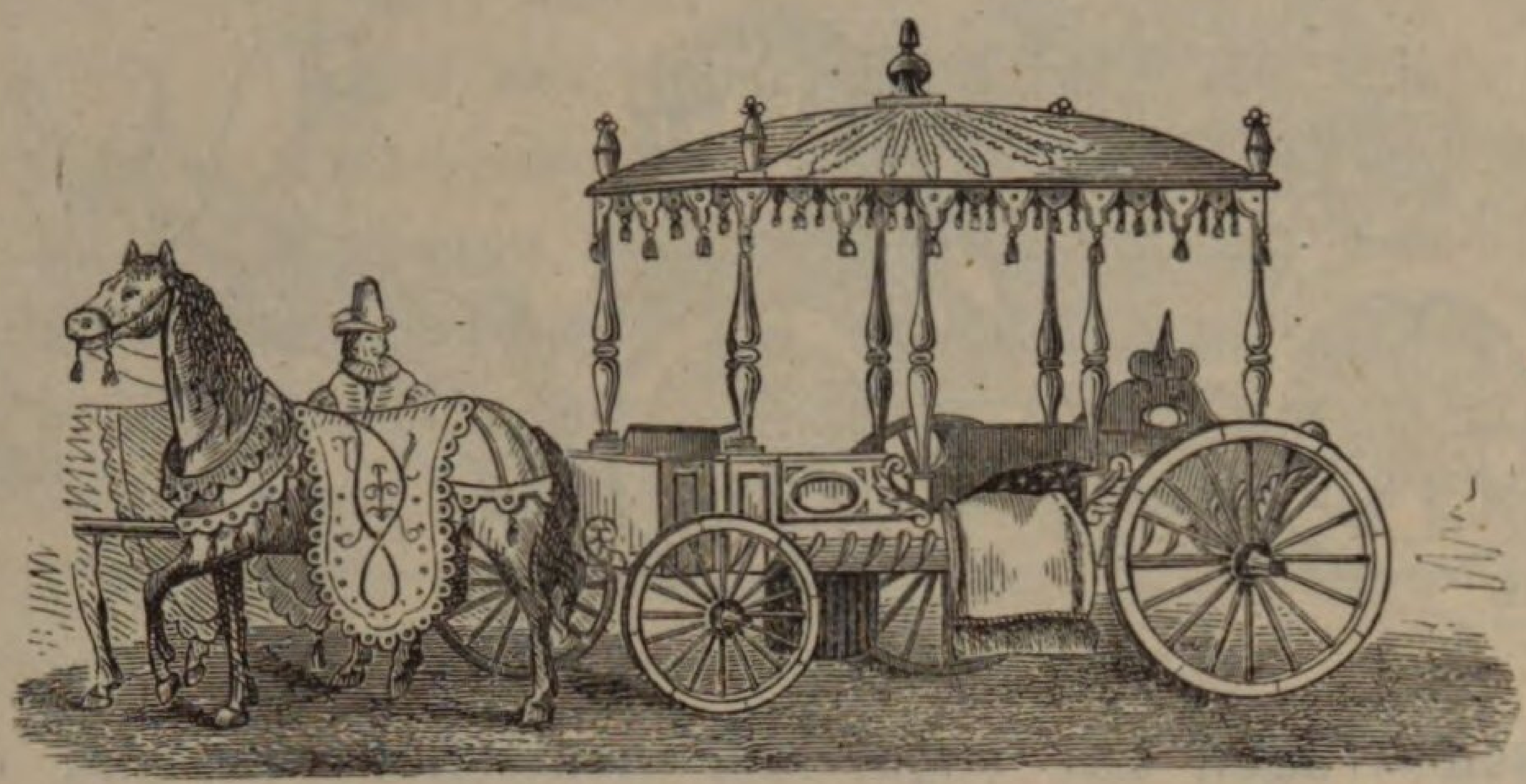
Diesen Wagen hat sogar der deutsche Poet und österreichische Büchsenmacher Wirre in Versen beschrieben, die 1568 in Augsburg gedruckt wurden und sowohl bei Ginzrot als auch bei Beckmann zu finden sind [1]). Der Dichter hat die künstlerischen Arbeiten der Wagner, Holzschnitzer, Maler, Schmiede, Riemer, Goldschmiede u. s. w. recht anschaulich zu machen versucht.

Hin und wieder glaubten Landesherren den Gebrauch der Luxuswagen für den Personentransport durch Verbote aufhalten oder beschränken zu können, in welcher Beziehung namentlich die Verordnung des Braunschweiger Herzogs Julius von 1585 merkwürdig ist, die sich bei Beckmann vollständig abgedruckt vorfindet. Auch Herzog Philipp II. von Pommern erinnerte im Jahre 1608 seine Vasallen, dass sie sich nicht so sehr der Wagen als der Ritterschaft bedienen sollten. Hiernach darf es nicht auffallen, wenn allerlei Verbesserungen und namentlich das Aufhängen der Wagenkasten in Riemen nicht so rasche Verbreitung fand, als man sonst hätte erwarten müssen. So sass der Kasten des Wagens, worin Heinrich IV. (zu Paris in der Rue de la Ferronnerie am 14. Mai 1610 von Ravaillac) ermordet wurde, noch auf der Achse fest, wie die Abbildung (Fig. 37) dieses Wagens erkennen lässt. Uebrigens soll Heinrich IV. für sich und seine Gemahlin nur einen einzigen Wagen besessen haben.

1) A. a. O. S. 404. Beckmann bedauert dabei, keine Abbildung dieses Wagens liefern zu können.

Man beachte ferner noch die Gestalt des Wagendaches (Impériale) und dessen Stützungsart, wozu bemerkt werden mag, dass der Wagen an allen Seiten durch Vorhänge (Rideaux) ge-

Fig. 37.



schlossen werden konnte, die zwar in unserer Abbildung (bei Ramée) ganz aufgezogen gedacht, dagegen bei Rubo[1]) überall sichtbar sind.

Statt fester Thüren hatte man an den Eingängen zu beiden Seiten (wie überhaupt bei den damals gebräuchlichen Wagen) lederne, gestickte oder sonst verzierte Decken, sogenannte Fusssäcke aufgehangen.

In diese Zeit fällt auch der erste Gebrauch des Namens Kutsche oder Gutsche[2]) (Carosse), womit man Luxuswagen für eine verhältnissmässig geringe Personenzahl bezeichnete, in denen man möglichst bequem fahren konnte und wobei demgemäss das Aufhängen des Kastens eine wesentliche Bedingung war.

Die ältesten Abbildungen solcher Wagen, welche der Verfasser aufzutreiben vermochte, fanden sich in einem dem königlichen Archive in Hannover gehörigen Werke, dessen Titel ist:

1) Nach Ramée a. a. O. p. 108, Taf. 3. Eine grössere Zeichnung findet sich in Rubo's „L'Art du menuisier“ (Paris 1771) Taf. 171, Fig. 1.

2) Beckmann führt S. 413 (a. a. O.) an, dass 1781 ein Herr Cornides im Ungarischen Magazine zu beweisen gesucht habe, der Name Kutsche (Gutsche, Kotsin, Kotcze) sei ungarischen Ursprunges. Im 57. Theile der Krünitz'schen Encyklopädie Art. „Kutsche“ wird zu S. 269 die Abbildung eines ungarischen Kotsi-Wagens beigegeben, der jedoch keineswegs mit unseren Kutschen vergleichbar ist. Auch Ginzrot ist nicht Cornides' Ansicht, wie aus Bd. 3, S. 17 u. 18 erhellt. Nach Anderen soll der Name Kutsche slavischen Ursprunges sein.

„Topographie der Städte, Schlösser und Plätze in dem Herzogthume Braunschweig-Lüneburg“. Daselbst findet sich (S. 24, Blatt 30) u. A. eine Beschreibung des Festaufzuges Herzog August des Jüngeren in der Stadt Wolfenbüttel nach dem Abzuge der Oesterreicher 1643 [1]), der mit einer ganzen Reihe sechsspänniger Wagen ausgestattet ist.

Einige dieser Kutschen, wahrscheinlich die für Damen bestimmten, gleichen nach Fig. 38, mit Ausnahme der hinzugekom-

Fig. 38.



menen Authängung des Kastens, äusserlich dem Wagen Heinrichs IV., während andere (Fig. 39) mit Ausnahme der oberen Thürhälften überall geschlossen sind.

Fig. 39.



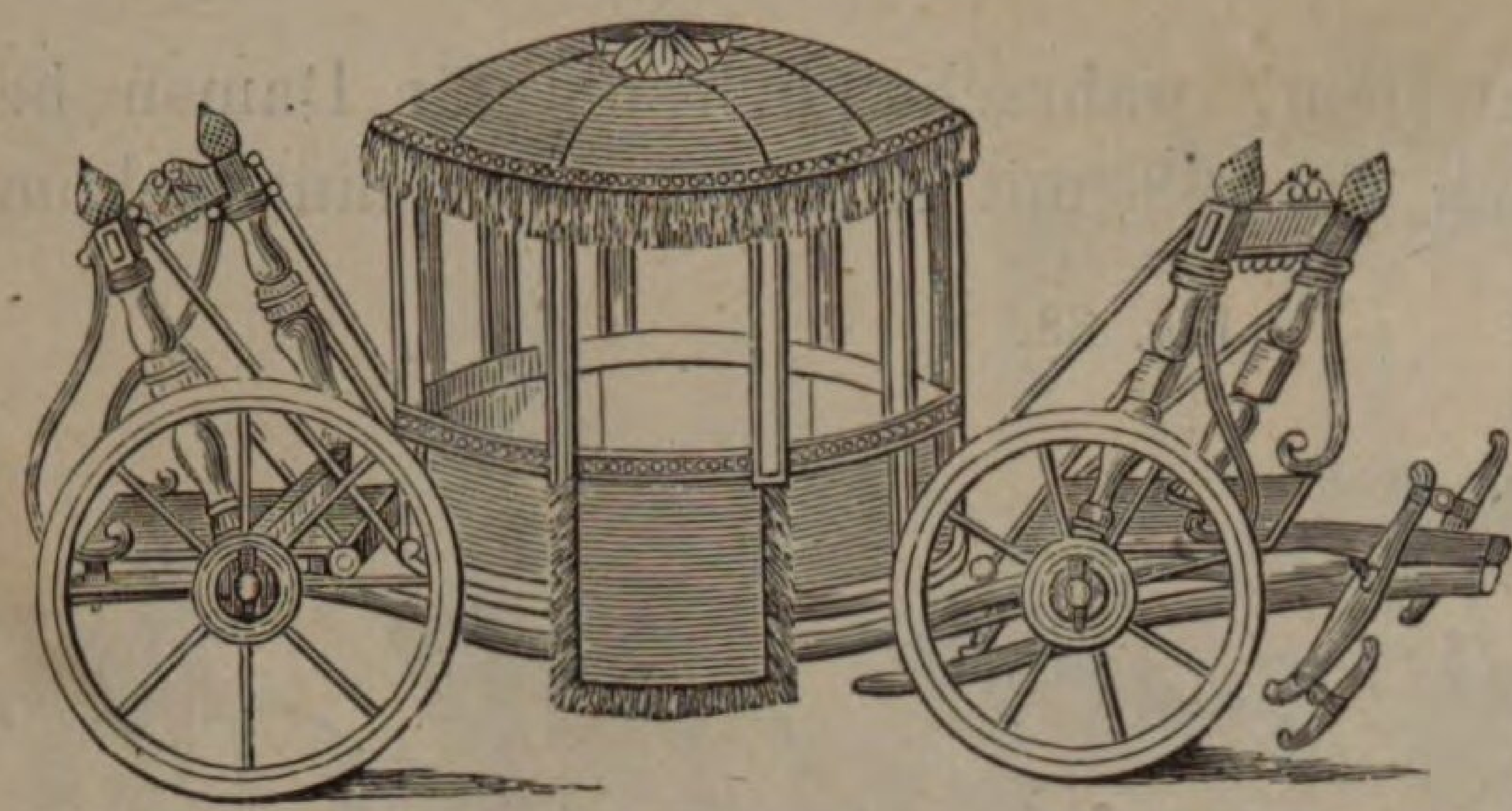
Wagen ähnlicher Construction erkennt man u. A. auch in den Abbildungen der Einzugsfeierlichkeiten Königs Leopold von Ungarn und Böhmen zur Kaiserwahl in Frankfurt a. M. im März 1658, welche sich in Merian's Theatri Europaei 8. Theil (1667) S. 346 vorfindet [2]).

1) Der Einzug erfolgte am 17. September 1643, zugleich als Feier des Separatfriedens von Goslar, der zwischen dem Kaiser und den welfischen Fürsten (vor dem westphälischen Frieden) 1642 zu Goslar geschlossen wurde.

2) In unserer Quelle wird überall „Gutsche“ geschrieben. — Eben solche Kutschenformen erkennt man ferner ebendas., S. 1354 in den Abbildungen der

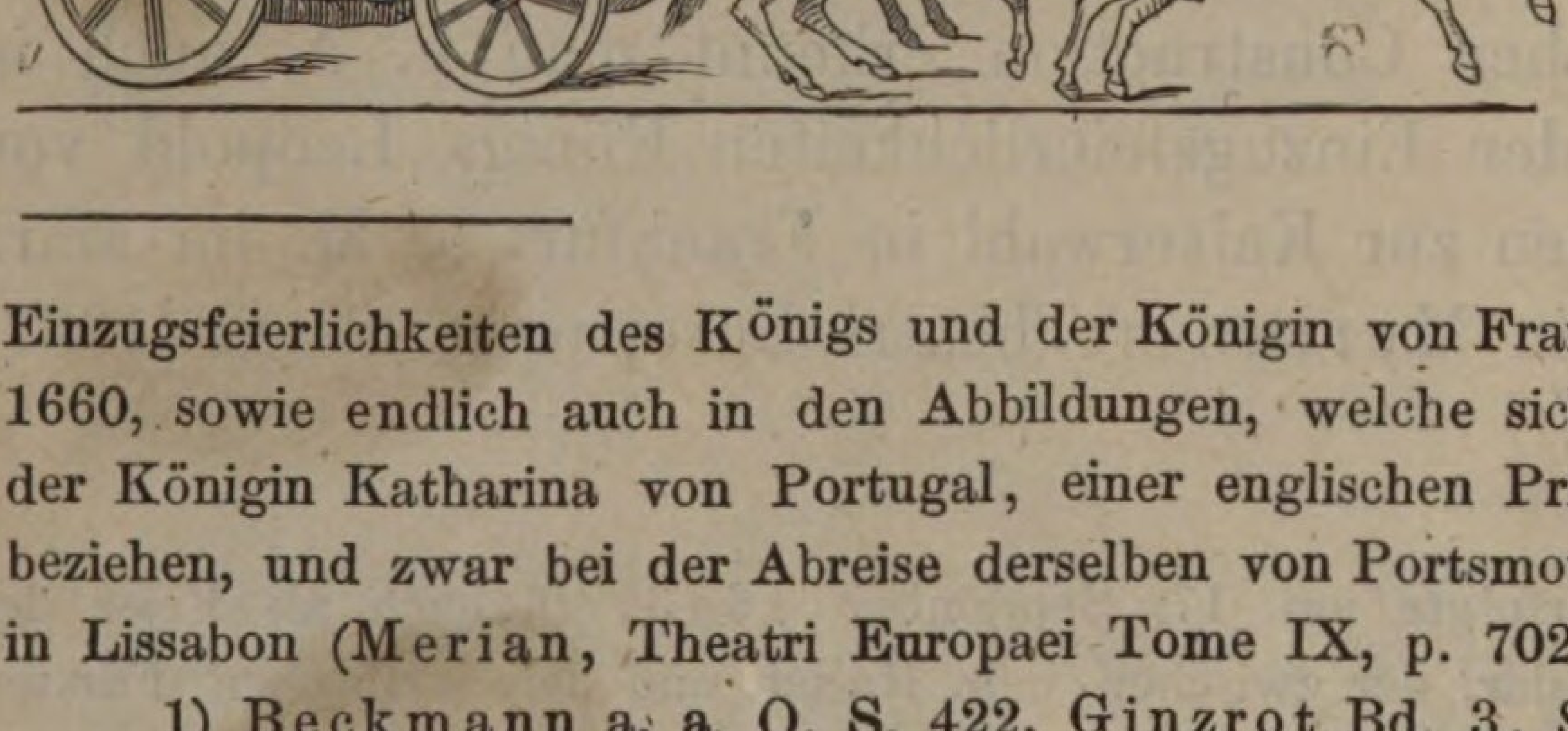
Unter den damals in Frankfurt vorgeführten Kutschen tritt jedoch auch eine neue Gattung hinzu, deren Eigenthümlichkeit in einem Rundbaue des Wagenkastens besteht und wovon Fig. 40 eine getreue Copie ist. Letztere Art Kutschen war besonders geeignet, die oberen Hälften der Seitenwände mit Glasfenstern zu versehen, die bald in luxuriöse Rahmen mit sogenannten venetianischen geschliffenen Scheiben übergingen. In diese Zeit fällt auch die Einführung öffentlicher Miethkutschen für Stadt und Land (nach dem dereinstigen Vorbilde des alten Roms S. 27) in Paris und London.

Fig. 40.



In Paris besonders hielt 1650 ein gewisser Nicolas Sauvage zuerst Wagen und Pferde zum beständigen Vermiethen bereit. Das Gebäude (Rue St. Martin, gegenüber der Rue Montmorency), worin der Unternehmer Remise und Stallungen hatte, trug den Namen des heiligen Fiacre (Königs der Schotten im 7. Jahrhundert), weshalb man nachher alle Kutschen, Kutscher und Eigner derartiger öffentlicher Fuhrwerke „Fiacres" zu nennen pflegte [1]). Einen Pariser Fiacre der da-

Fig. 41.



Einzugsfeierlichkeiten des Königs und der Königin von Frankreich in Paris im Jahre 1660, sowie endlich auch in den Abbildungen, welche sich auf die Feierlichkeiten der Königin Katharina von Portugal, einer englischen Prinzessin, im Jahre 1662 beziehen, und zwar bei der Abreise derselben von Portsmouth und deren Empfang in Lissabon (Merian, Theatri Europaei Tome IX, p. 702 u. 816).

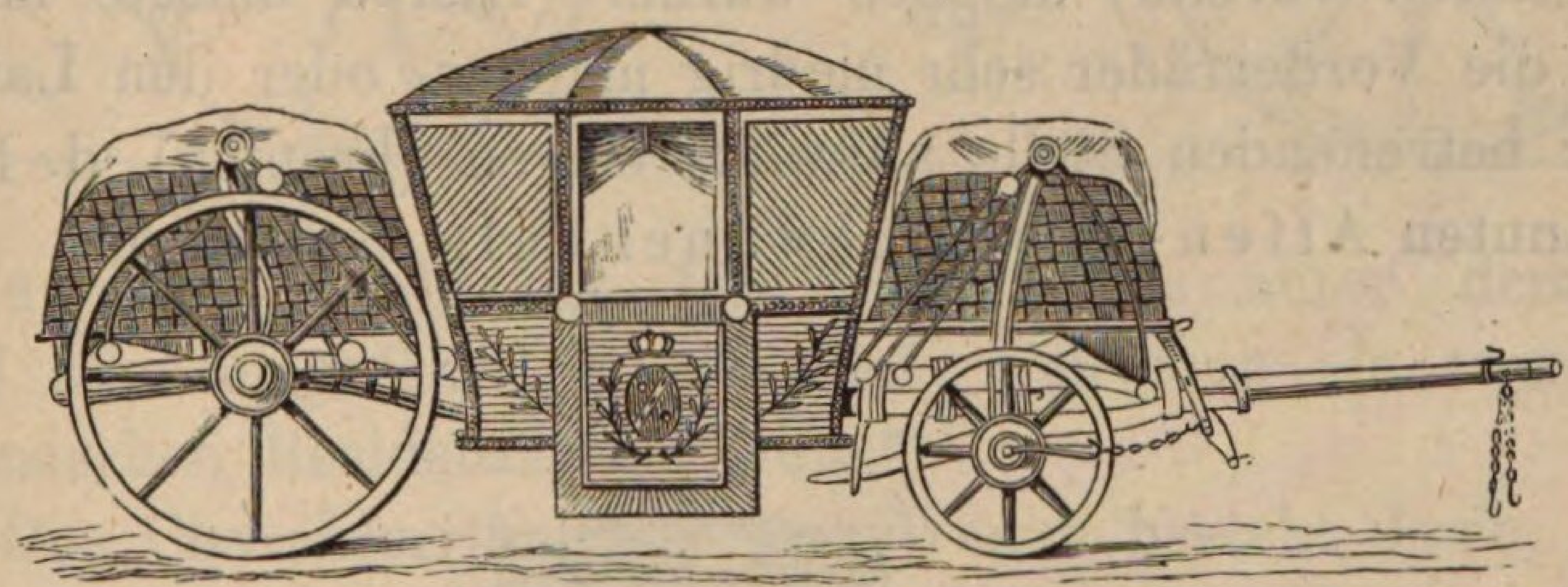
1) Beckmann a. a. O. S. 422, Ginzrot Bd. 3, S. 251 und endlich wieder Ramée p. 122, letzterer mit wörtlicher Uebersetzung der Beckmann'schen Angaben, ohne abermals diesen Schriftsteller nur zu erwähnen.

maligen Zeit lässt Fig. 41 erkennen. Der Kutschkasten sitzt noch auf den Radachsen fest und sein innerer Raum genügte in der Regel für sechs Personen, wovon an jeder Thür eine sitzen musste, das Gesicht nach aussen gekehrt. Die sogenannten Halbthüren wurden auch hier durch eine Art Schürzen oder Vorhänge gebildet; die schlechten Stadt- und Landstrassen machten wahrscheinlich oft ein Vorspannpferd [1]) nöthig und der damals in Paris noch fehlenden Strassenbeleuchtung wegen wurde das Aufhängen einer Laterne an der Vorderseite des Kutschhimmels erforderlich.

In London hatte bereits 1625 ein alter Seeofficier Miethkutschen einzurichten unternommen, welche man Hackney's nannte. Obwohl König Karl I. es 1635 für nöthig fand, die Vermehrung derselben durch eine Verordnung einzuschränken, weil König und Adel die Hackneykutschen für schädlich, ja gefährlich für Strassen und Gemeindewege Londons hielten, so dauerte diese Einschränkung doch nur sehr kurze Zeit. Im Jahre 1652 betrug die Zahl dieser Hackney's bereits 200, 1694 schon 700.

Fig. 42 zeigt eine Pariser Landkutsche aus dem Jahre 1680,

Fig. 42.



deren Untergestell ganz dasselbe wie bei unseren heutigen Frachtwagen ist, d. h. es besteht aus Vorderwagen (mit Spannnagel, Drehscheit, Deichselscheere etc.) und Hinterwagen, die beide durch den Langbaum mit einander vereinigt sind.

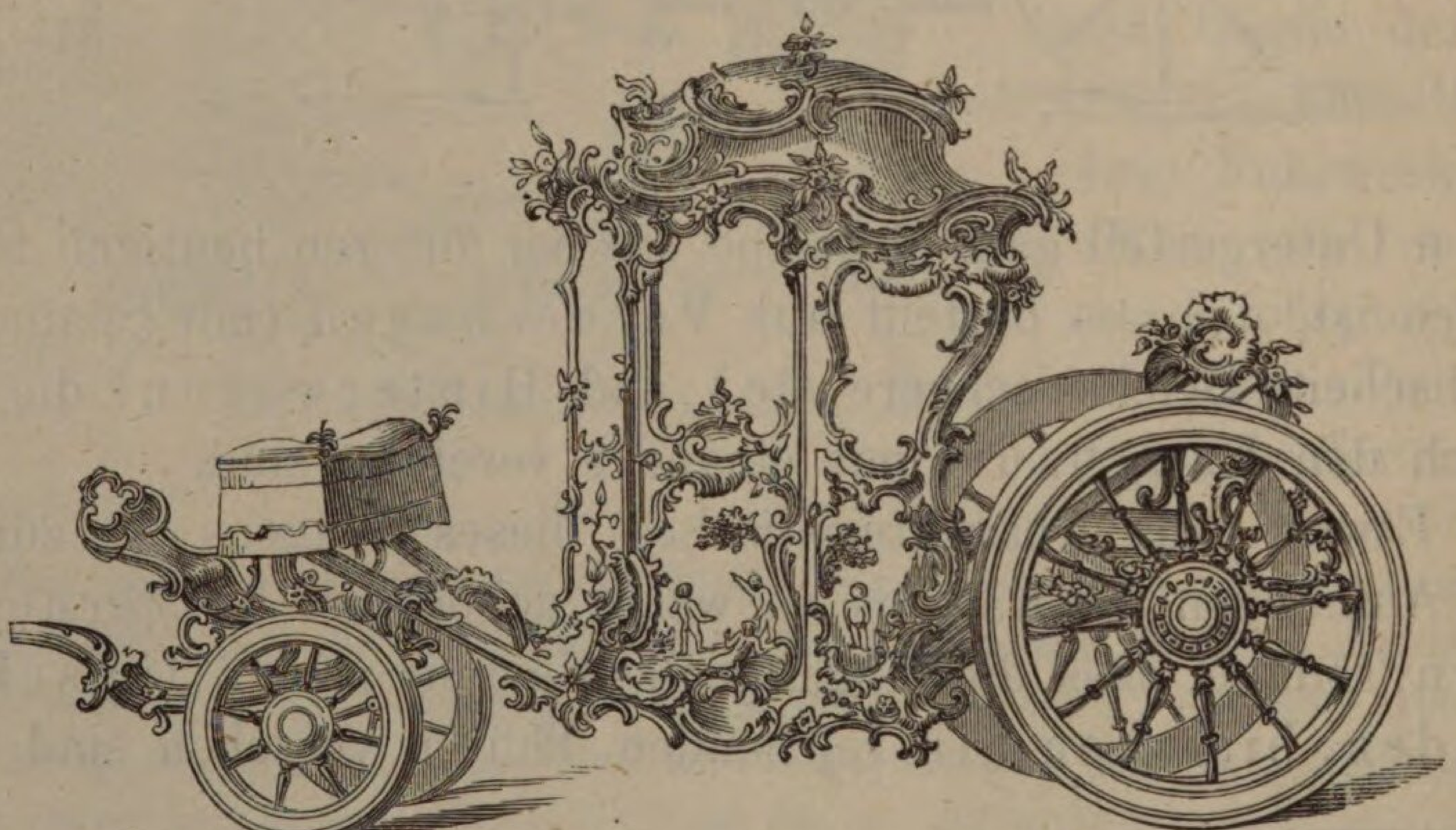
Etwas ganz Charakteristisches dieses Wagens ist zunächst das Aufhängen des Kastens an wenig gebogenen hölzernen Federn, sodann, dass die Eingänge des Kastens mit völlig schliessenden, bis oben hin reichenden Thüren versehen sind.

1) Die Deichselpferde hatten dabei Sielengeschirre, das Vorspannpferd eine Art Kummetgeschirr, obwohl letzteres in unserer Quelle (Ginzrot Bd. 3, Taf. 40) nicht deutlich genug abgebildet ist.

Ausdrücklich zu bemerken ist hier, dass bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts im Allgemeinen der Führer von Personen- und Luxuswagen auf einem der angespannten Pferde, dem sogenannten Sattelpferde (was in freier Bahn geht) ritt, während man das andere das Handpferd, und sobald es in der Gabeldeichsel geht, das Deichsel- oder Baumpferd nannte. Nur selten nahm der Führer seinen Platz auf einem Sitze vor dem Wagenkasten, der unmittelbar mit dem letzteren verbunden war. (Man sehe Fig. 27 und 32.) Erst nach dieser Zeit finden sich Luxuswagen mit sogenannten Vordergestellen, die man Bockgestelle nennt (aus Bockschemel, Scheibenkranz, Kranzfelgen etc. bestehend), wo über der Vorderachse gehöriger Raum für einen vom Wagenkasten einerseits völlig getrennten, andererseits aber damit wieder in eigenthümlich feste Verbindung gebrachten Kutschersitz (Bock) gelassen ist.

Eine zweite Eigenthümlichkeit der Luxuswagen dieses Zeitabschnittes wurde durch die Forderung bedingt, die Lenkbarkeit der Kutschwagen derartig zu erhöhen, dass das vollständige Unterlaufen der Vorderräder unter den Wagenkasten (oder unter dessen Vorbau) möglich wurde. Hierzu musste man entweder die Vorderräder sehr niedrig machen, oder den Langbaum an der betreffenden Stelle aufwärts biegen (kröpfen), d. h. einen sogenannten Affen- oder Schwanenhals construiren.

Fig. 43.

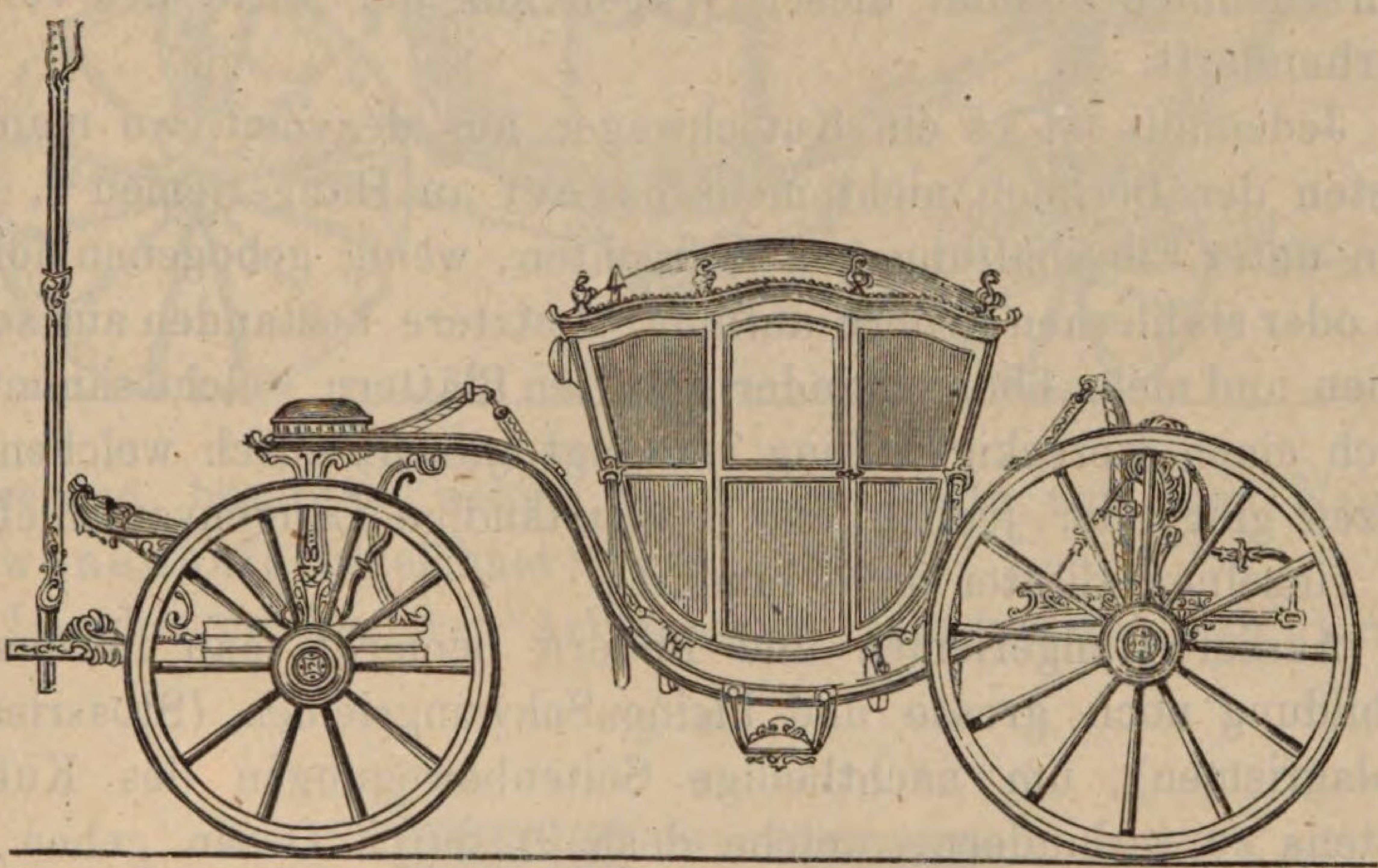


Aus dieser Zeit (Ludwigs XIV.) stammt der Fig. 43 abgebildete Wagen, den man mit dem Namen „Carosse coupée“ be-

zeichnete [1]), weil er nur Rücksitze (in der Regel für zwei Personen) hatte [2]). Man erkennt ohne Weiteres, dass der vorn und an den Seiten mit kostbaren Fenstern versehene Kutschkasten in starken Riemen, wahrscheinlich an hölzernen Federn hängt, sowie dass der Langbaum vorn gekröpft ist, um das erwähnte völlige Unterlaufen der Vorderräder möglich zu machen.

Eine zweite Gattung von Stadt- und Reisewagen (Fig. 44)

Fig. 44.



wurde gegen Ende des 17. Jahrhunderts unter dem Namen Berlinen eingeführt, so benannt, weil man sie zuerst in der preussischen Residenzstadt baute [3]).

Das Charakteristische dieser Wagen besteht darin, dass ihre Kutschkasten viersitzig, zu beiden Seiten der Thüren völlig symmetrisch sind und dass sie nicht mehr zwischen den Langbäu-

1) Rubo nannte die Coupées auch Diligencen (a. a. O.), noch Andere brauchten den Namen „Schwimmer".

2) Leider bin ich ausser Stande, die Jahreszahl einer mir vorliegenden alten Sammlung von in Kupfer gestochenen Luxuswagen anzugeben, welcher Fig. 42 entlehnt ist. Am Rande sind allein zwei deutsche Namen „Habermann u. Hertel" aufgeführt.

3) Rubo a. a. O. p. 459 sagt ohne Weiteres: „La seconde espèce de Voiture moderne, etc. celle qu'on nomme Berline, du nom de Berlin, ville capitale de Prusse, où elles ont été inventées", während Beckmann a. a. O. S. 421 einen Piemontesen „Philipp v. Cieze" als Erfinder der Berlinen (auf Riemen) bezeichnet, der seiner Zeit Generalquartiermeister des Kurfürsten von Brandenburg war.

men, sondern über diesen aufgehangen sind, so dass sich die Thüren frei über den Langbäumen öffnen können. Andere Vorzüge dieser Berlinen erhellen ohne Weiteres, wenn man Fig. 44 mit den Abbildungen vorher besprochener Wagen vergleicht.

Letztere Fig. 44 übrigens ist einem altfranzösischen Kupferstiche entnommen, welcher die Ueberschrift trägt: „Berline de Campagne à cul de singe à hautes roues, montée de ressorts à la Dalème“[1]), ohne dass eine Jahreszahl beigefügt ist. Höchst wahrscheinlich stammt dieser Wagen aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts.

Jedenfalls ist es ein Kutschwagen aus der Zeit, wo man die Kasten der Berlinen nicht mehr direct an Hängeriemen[2]), sondern unter Einschaltung von aufrechten, wenig gebogenen hölzernen oder stählernen Federn aufhing. Letztere bestanden aus sechs, sieben und mehr über einander gelegten Blättern, welche sämmtlich durch einen viereckigen Ring vereinigt waren, durch welchen ein Bolzen ging, der jedoch eine selbstständige Längenverschiebung der einzelnen Blätter nicht hinderte.

Ausser Hängeriemen und Federn bemerkt man in unserer Abbildung noch grosse und kleine Schwungriemen (Stossriemen, Schlagriemen), um nachtheilige Seitenbewegungen des Kutschkastens zu verhindern, welche deshalb durch Oesen gehen, die inwendig an den Langbäumen angebracht sind.

Eine jedenfalls vor dem Jahre 1771 erbaute sogenannte Halb-Berline, auch Coupée (Chariot) oder Diligence genannt, ist in Fig. 45 abgebildet[3]).

Rubo bemerkt (a. a. O. S. 576), dass der Wagenkasten (letzterer Figur) englischer Abkunft sei, und spottet gleichzeitig über dessen Gestalt, die er ungefällig findet.

Dass übrigens der Kasten ebenfalls in sogenannten S-Federn

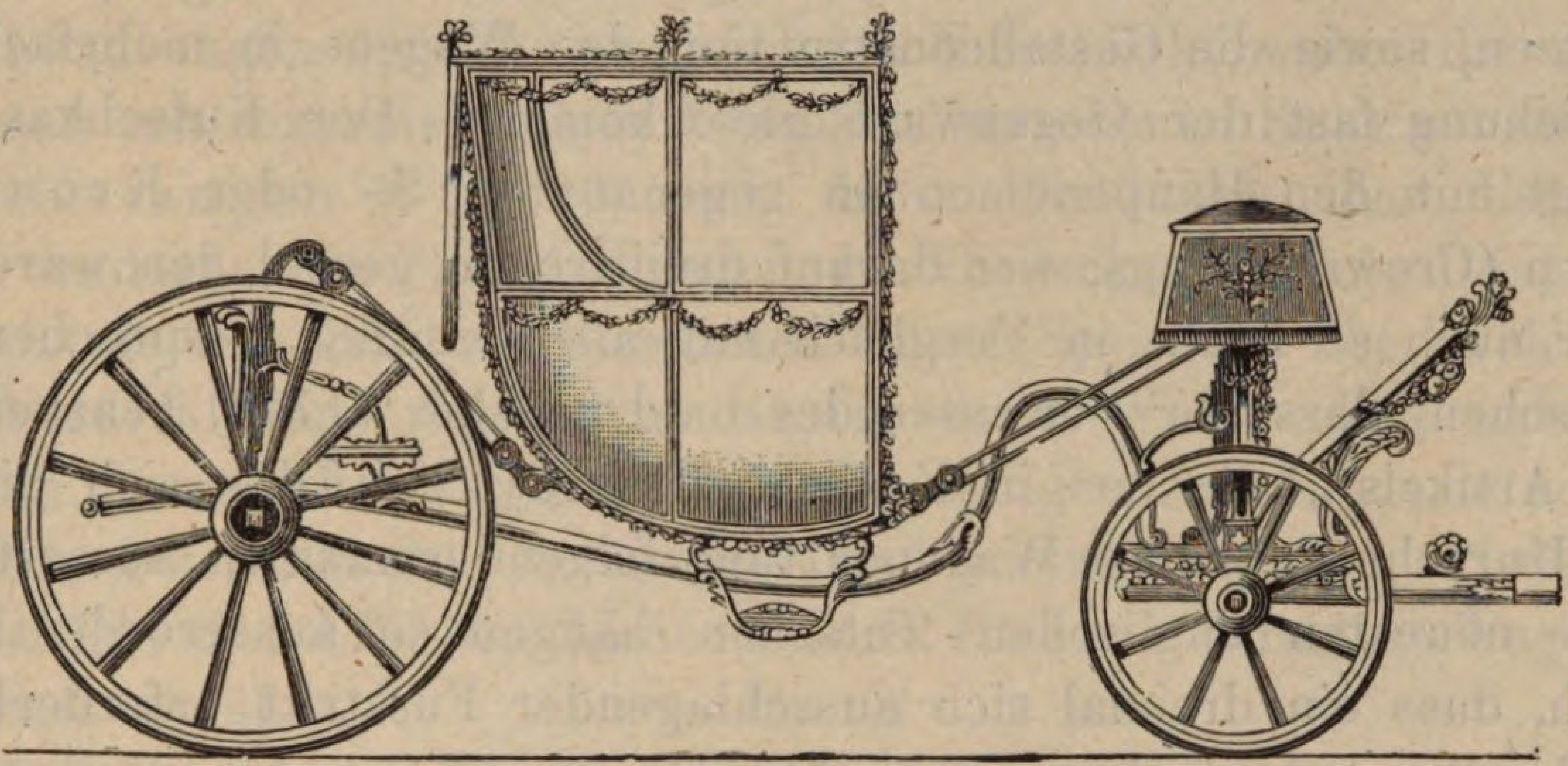
1) Dalème wird als ein berühmter Pariser Federnschlosser bezeichnet. Ob die Wagenfedern überhaupt Dalème's (und nicht englische) Erfindung sind, habe ich nicht bestimmt ermitteln können. Ginzrot behauptet (a. a. O. Bd. 4, S. 117), Dalème habe zuerst Kutschen und andere Fuhrwerke mit Stahlfedern versehen.

2) Eine schöne in Riemen hängende Berline (als Stadt-Luxuswagen) findet sich (nach Maassstab gezeichnet) in dem Rubo'schen Werke Taf. 209.

3) Rubo's „L'art du menuisier-carrossier“ erschien 1771, welchem Werke wir (und zwar Taf. 210) unsere Fig. 34 entlehnten.

an starken Riemen hängt, erhellt aus der Abbildung, sowie überhaupt nur noch auf die vordere gebogene Form des Langbaumes zum gehörigen Unterfahren der Vorderräder aufmerksam gemacht

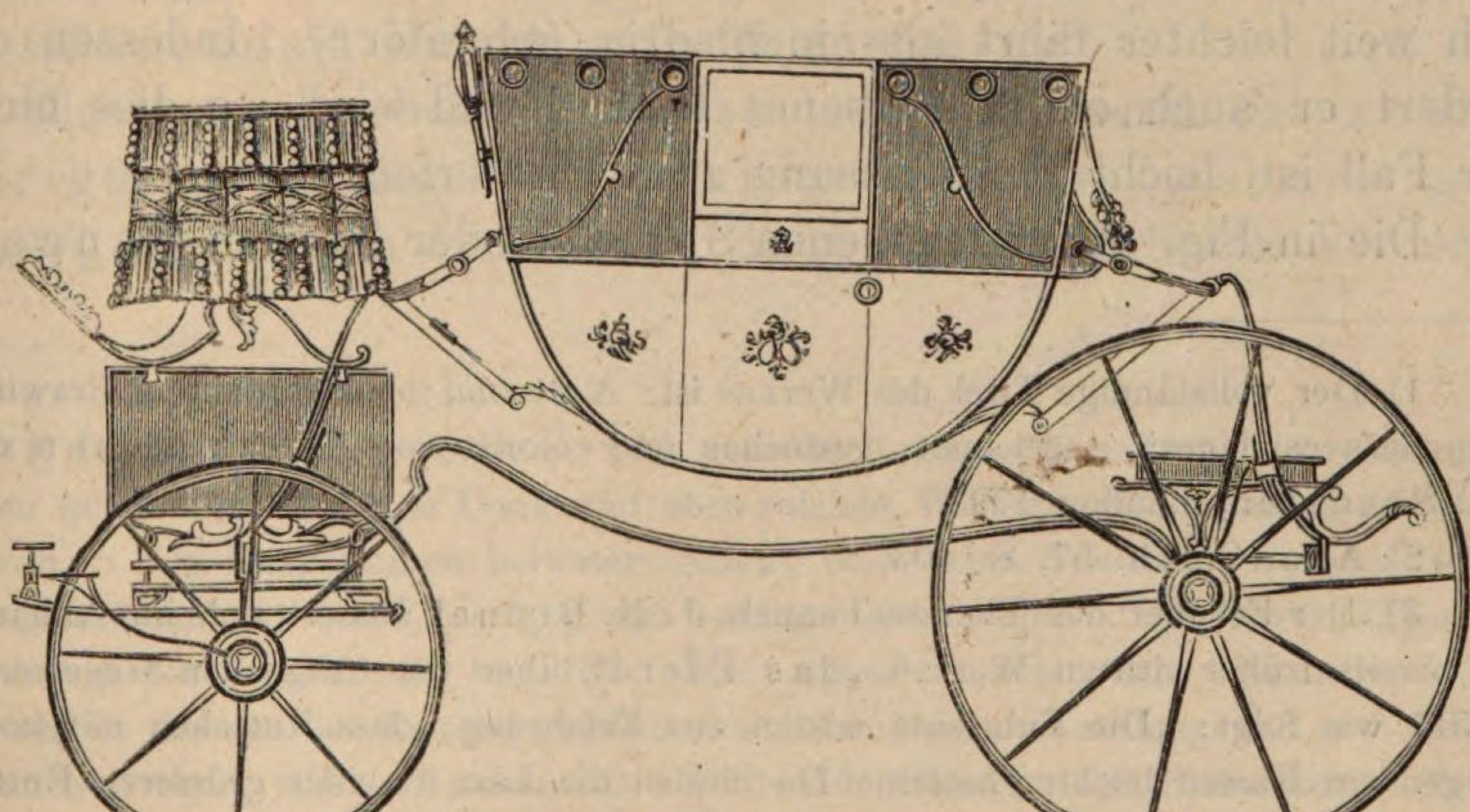
Fig. 45.



zu werden braucht, welche man noch heute mit dem Namen Schwanenhals bezeichnet [1])

Langbäume letzterer Art mussten selbstverständlich darauf

Fig. 46.



führen, zum Material derselben nicht Holz, sondern Schmiedeeisen zu nehmen.

1) Ausführlich (mit zahlreichen Abbildungen begleitet) handelt über Schwanhälse Ginzrot Bd. 4, S. 109 bis 116.

Eine derartige englische viersitzige Kutsche (Stadt-Berline, Coach) zeigt Fig. 46, welche der Verfasser einem englischen 1793 bei Ackermann in London erschienenen Kupferwerke entlehnte [1]).

Auch der Kutscherbock (Hammercloth) ruht auf eisernen Stützen, sowie die Gestellconstruction des Wagens in mehrfacher Beziehung fast der Gegenwart gleichkommt. Der Kutschkasten hängt mit den Hauptriemen an sogenannten S- oder Kronfedern (Crown Springs, weil darauf drei Kronen geschlagen waren), aber auch so hoch, in Vergleich mit allen zeither besprochenen Kutschen, dass der Verfasser des bald nachher (1799) bearbeiteten Artikels „Kutsche“ in Krünitz' Encyklopädie sich nicht mit Unrecht über diese Wagengattung folgendermaassen äussert [2]): „Die neuesten englischen Kutschen hängen so ausserordentlich hoch, dass ein dreimal sich ausschlagender Fusstritt erforderlich wird, um hinaufzukommen. Verhältnissmässig sitzt auch der Kutscher so hoch, dass er beinahe in die erste Etage eines Hauses sehen kann, und gewiss den Hals bricht, wenn er herunterfällt.“

Wahr ist es, dass ein hochhängender Wagenkasten höhere Räder erlaubt, mehr Spiel in seinen Federn und Riemen hat und sich weit leichter fährt als ein niedrig gebauter [3]). Indessen erfordert er auch ein sehr ebenes Terrain und wird, wo dies nicht der Fall ist, leicht Veranlassung zum Umwerfen geben.

Die in Fig. 46 angegebenen Spreit- oder Sturmstangen,

1) Der vollständige Titel des Werkes ist: A Second book containing drawings of modern carriages“, gezeichnet, gestochen und colorirt von K. Ackermann und J. C. Stadeler, London 1793.

2) A. a. O. Th. 57, S. 403.

3) Der Erbauer des Themse-Tunnels J. K. Brunel äussert sich im Anhange des bereits früher citirten Werkes „das Pferd“ über den fraglichen Gegenstand S. 517 wie folgt: „Die Fuhrleute wissen aus Erfahrung, dass Kutschen mit hochhängendem Kasten leichter laufen. Da hierbei die Last in einer grösseren Entfernung von den Rädern angebracht wird, wirkt sie mit einem längeren Hebel und unterstützt damit die Wirkung der Federn; sie kann durch die Bewegung der bald rechts, bald links über Steine rollenden Räder nicht so weit seitwärts geschoben werden, sondern macht grössere Schwingungen hin und her; es ist somit wahrscheinlich, dass eine solche, von einer Seite zur anderen schwingende Last, die eigentlich abwechselnd bloss auf zwei Rädern ruht, leichter in Bewegung zu setzen ist, während die Längenrichtung ihrer Schwingungen zugleich gestattet, dass die Vorder- und Hinterräder nach einander über ein Hinderniss weggehen.“

rechts und links der Thür an den Seiten des Verdeckes, sind nur Blendwerk oder Gegenstände des Schmuckes, sowie überhaupt alle zuletzt beschriebenen Kutschen den Namen „steif gedeckte Wagen“ erhalten, weil ihr Verdeck nicht beliebig zusammengelegt, theilweise oder ganz entfernt werden kann.

Luxuswagen mit beweglichem Verdeck, wobei die erwähnten mit scharnierartigen Gelenken versehenen Sturm- oder Spreitstangen (Fig. 46) nicht bloss Blendwerk oder Zierde sind, sondern beim Zurückschlagen des Verdecks wirkliche Dienste leisten, die hölzernen oder eisernen Bügel (Spriegel), über welche das Verdeckleder ausgespannt ist, in ihrer Wirksamkeit unterstützen, kommen erst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts vor, so dass beispielsweise das grosse und vortreffliche hier wiederholt citirte und 1771 erschienene Werk Rubo's derartige Wagen nirgends erwähnt.

Die ältesten Abbildungen von Personenwagen mit beweglichem, d. h. solchem Verdecke, welches sich ohne Weiteres zusammenlegen und aufrichten lässt, ohne dasselbe abnehmen zu müssen, hat der Verfasser im 18. Bande des 1790 in Berlin erschienenen „Schauplatzes der Künste und Handwerke“, S. 185 ff. gefunden, woselbst unter Fig. 3 eine Thür-Chaise [1]) mit zurückzuschlagendem Himmel aufgeführt wird.

Nicht unwahrscheinlich ist es, dass man zuerst das zweirädrige, in der Regel einspännige Fuhrwerk, Cabriolet genannt [2]), das Cisium der Römer (S. 25), mit beweglichem Verdeck

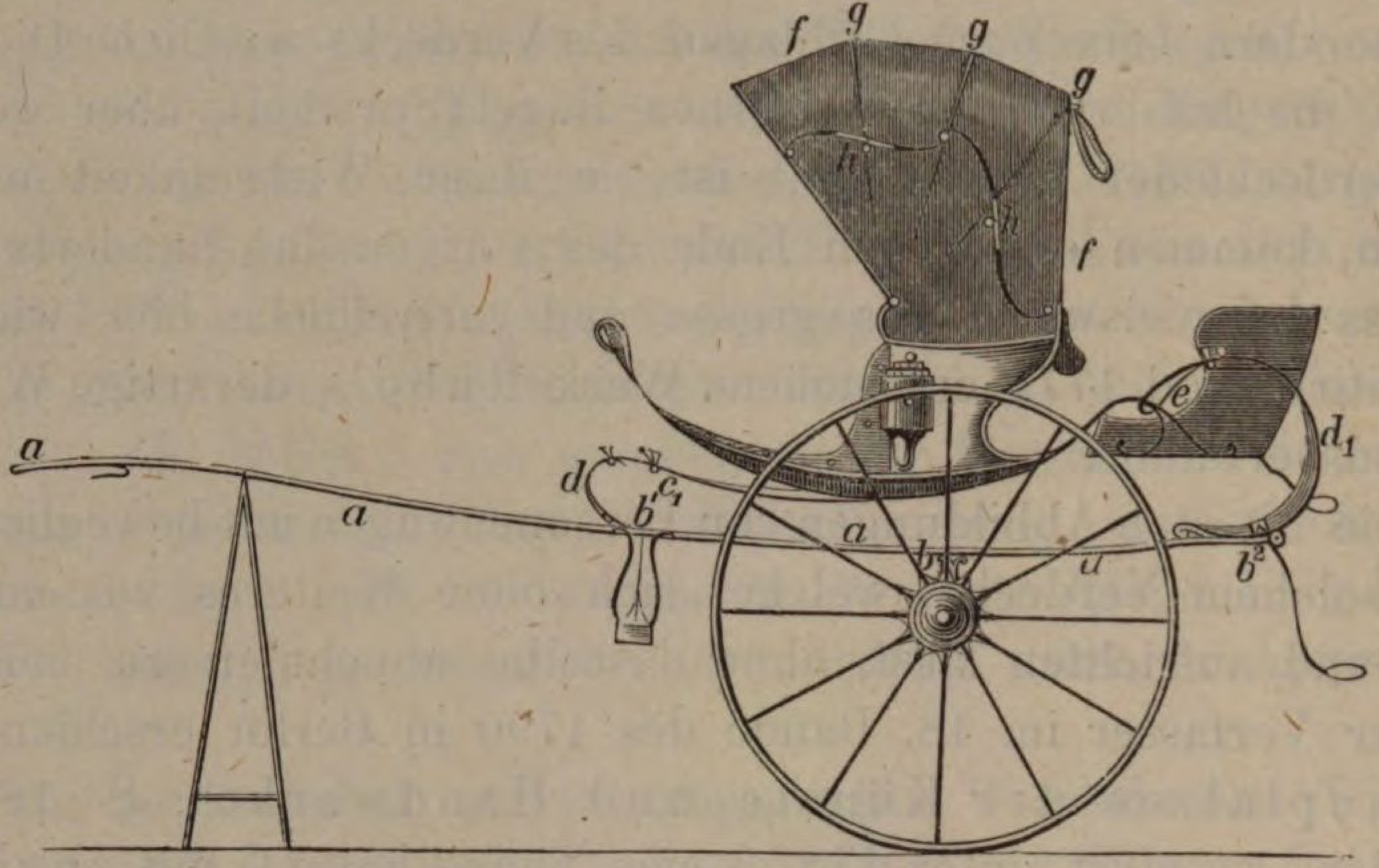
1) Rubo (1771) a. a. O. S. 582 versteht unter „Chaise“ noch zweirädrige Wagen mit steifem festem Dach und eben solchen Wänden, deren Kästen so weit zwischen den Langbäumen herunter gehen, dass keine Seitenthüren angebracht werden können und das Einsteigen von vorn geschehen muss. Die ältesten Chaisen (namentlich die Postchaisen) von 1664 waren eigentlich Lehnstühle oder Armstühle (Fauteuils), die man an Riemen zwischen zwei Langbäumen aufhing und an Achshölzern befestigte, während man an den Achsen der letzteren ein Paar Räder aufgesteckt hatte. Abbildungen hiervon finden sich in Garsault's „L'Art du Bourrelier et du Sellier“ Taf. 9.

2) Ramée in seiner „Histoire des chars, carosses etc.“ sagt S. 148, dass das alte Cabriolet aus dem 17. Jahrhundert datirt und zweispännig war, wovon ein Pferd dem Kutscher als Sattelpferd diente. In der Mitte des 18. Jahrhunderts wurde dieser Gebrauch verlassen und mit dem der Gegenwart vertauscht. — In einem bei Ramée citirten Gespräche heisst es u. A.: „Il n'y a rien de nouveau, que des cabriolets, c'est le goût à la mode, c'est la fureur de tout Paris.“ Damals war das

ausgestattet hat, dem bald nachher jene bequeme und geschmackvolle Gestalt ertheilt wurde, welche noch heute diesem beliebten Luxuswagen (namentlich in Frankreich und England) eigenthümlich ist.

Bald nach Anfang dieses Jahrhunderts hatte das Cabriolet bereits die Gestalt, welche Fig. 47 zeigt. Die beiden Scheer-

Fig. 47.



deichselbäume *aa* erhalten bei *b* durch das sogenannte Achsholz, ferner bei b^1 und b^2 durch die Federhölzer (Vorder- und Hinter-Federstöcke) die geeignete Querverbindung, wodurch überhaupt (ohne weiteren Langbaum) das von den Rädern getragene Wagengestell gebildet wird.

Auf jedem der Bäume *a* sind zwei C-Federn[1]) *d* und d_1 be-

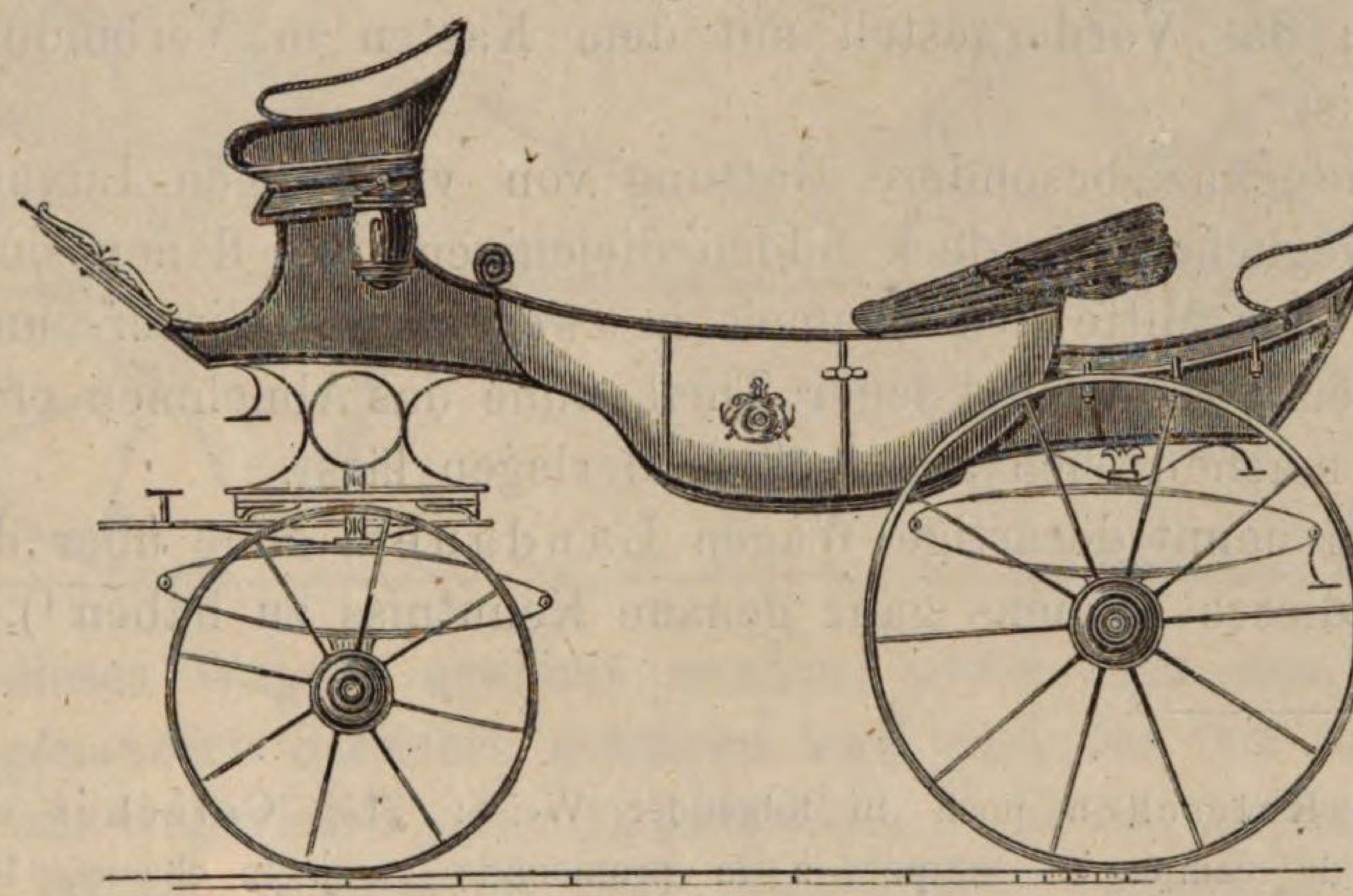
Cabriolet noch offen, was auch aus Rubo folgt, der a. a. O. S. 584 sagt: „Les Cabriolets sont des espèces de petits chars découvertes“ und die betreffende Beschreibung mit einer Abbildung (Taf. 215) begleitet. Im 57. Theil S. 410 und 434 der Encyklopädie von Krünitz wird ein englisches Cabriolet beschrieben und abgebildet, dessen Zeitalter wahrscheinlich das Ende des 18. Jahrhunderts ist. Der offene Wagenkasten ruht auf Federn, das Pferd geht in der Gabeldeichsel, das Geschirr ist ein leichtes Kummet, aber auch ein kleiner Tragsattel ist vorhanden, obwohl das Fuhrwerk sonst zum Selbstfahren (für Damen und Herren) eingerichtet zu sein scheint.

1) Die bogenförmige Gestalt dieser Feder entspricht deren Benennung. Bei den Franzosen kamen sie früher unter dem Namen „Ressort à la Polignac“ vor, wahrscheinlich weil sie ein Mann dieses Namens zuerst verfertigte oder in Anwen-

festigt, wovon letztere durch einen Hängeriemen *e*, erstere durch eine lange Blattfeder mit dem Wagenkasten verbunden ist. An dem aus Leder gebildeten Verdeck *f* sind die Bügel, über welche das Leder gespannt ist (die Spriegel), durch die Buchstaben *gg* markirt, während die in der Mitte mit Scharnieren versehenen Sturm- oder Spreitstangen mit *hh* bezeichnet sind.

Fig. 48 zeigt einen englischen vierrädrigen und viersitzigen

Fig. 48.



Wagen mit beweglichem Verdecke, der überdies mit horizontalliegenden elliptischen oder Druckfedern (Ressorts) ausgestattet, auch ohne Langbaum construirt ist und zu derjenigen Gattung gehört, welche man „Kaleschen" zu nennen pflegt[1]).

dung brachte. Ihre Einführung datirt sich von dem Ende des 18. Jahrhunderts. — Die vorher benutzten Wagenfedern erkennt man in unseren Abbildungen hinlänglich und werde deshalb nur bemerkt, dass ausführliche Abhandlungen über ältere Federn im 9. Theile des Schauplatzes der Künste und Handwerke (Berlin 1790) S. 421, sowie bei Ginzrot Bd. 4, S. 117 enthalten sind. — Ein in solchen C-Federn hängender Kutschkasten ist für die Fahrenden sehr angenehm, indess ist nicht zu leugnen, dass durch die Längenschwingungen, welche sie beim Fahren gestatten, der Zugwiderstand unangenehm vermehrt wird, so dass die englischen Kutscher die auf solche Weise aufgehängten Wagen spottweise „Pferdeschinder" nennen und mindestens schwere kräftige Pferde erforderlich werden. — Wenn aber auch die Elasticität der C-Federn in der Längenrichtung nachtheilig ist, so trägt sie dennoch zur Verminderung des Totalwiderstandes bei, in Bezug auf Fuhrwerke, unter sonst gleichen Umständen, ohne alle Federn. Bei Fig. 48 kommen wir auf die unstreitig besseren Horizontalfedern zu sprechen.

1) Die hier und bei den meisten neueren Wagen gewählten Namen sind selten echt sachgemäss, oft ganz willkürlich. Rubo a. a. O. S. 579 charakterisirt

Unsere Abbildung ist einer später (1809) in London erschienenen Abtheilung des bereits citirten Ackermann'schen Kupferwerkes über Luxuswagen entlehnt, und dürfte aus dieser Zeit die Construction von Wagen ohne Langbaum herrühren, d. h. wo letzterer in verborgener Weise durch geeignete, zu beiden Seiten des Wagenkastens angebrachte Eisenschienen ersetzt wird, deren Anordnung später ausführlich erörtert werden soll.

Eigenthümlich für diese Zeit ist noch die Eisenconstruction, wodurch das Vordergestell mit dem Kasten in Verbindung gebracht ist.

Eine ganz besondere Gattung von viersitzigen Luxuswagen mit beweglichem Verdeck bilden diejenigen, bei denen sich letzteres in der Mitte des Himmels in zwei Theile (Hinter- und Vorderverdeck) theilt und jeder Theil, ohne das Abnehmen erforderlich zu machen, sich auf- und niederlegen lässt.

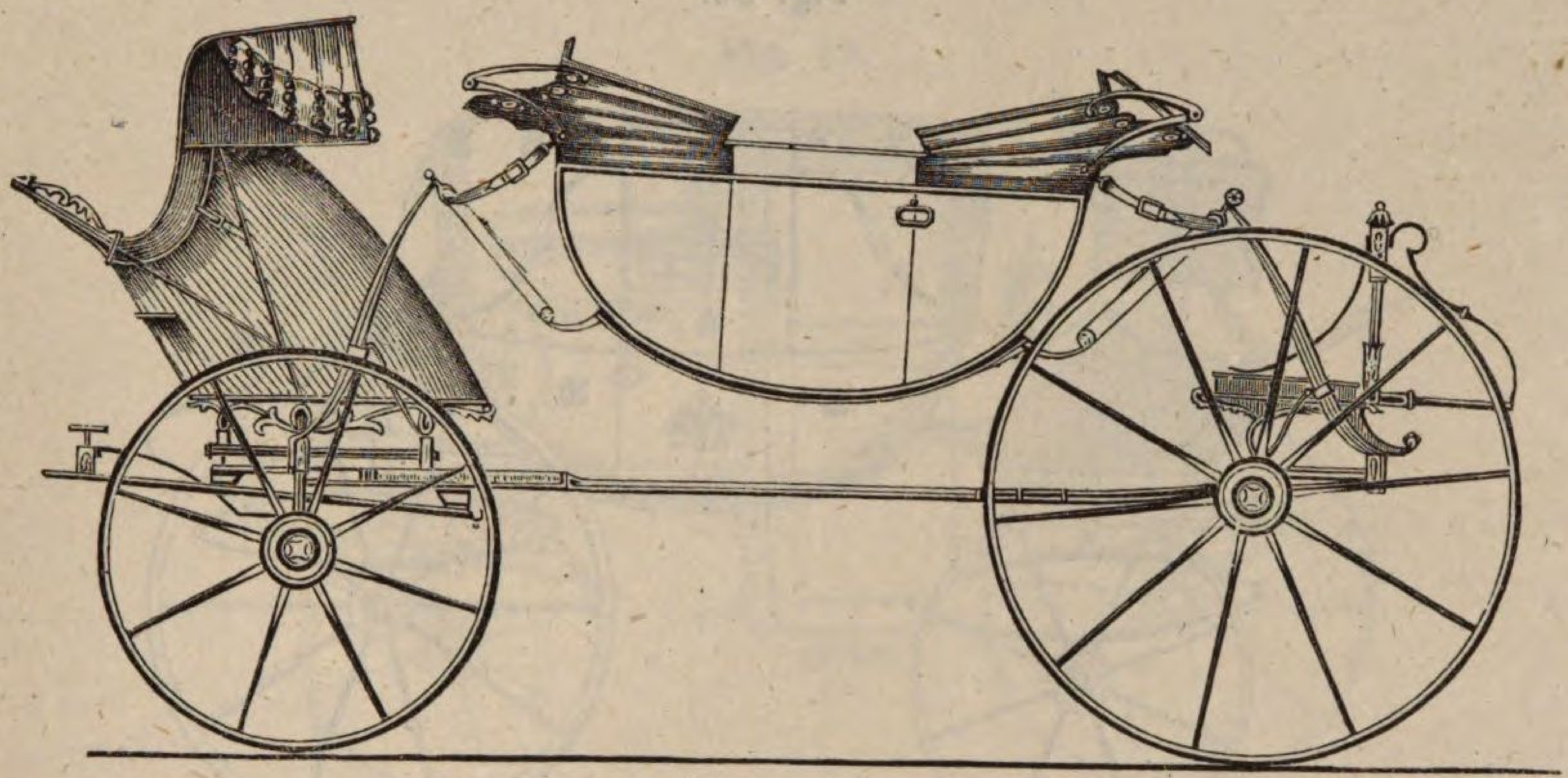
Man nennt derartige Wagen Landauer, ohne über den Ursprung dieses Namens ganz genaue Kenntniss zu haben [1]).

1771 die Kaleschen noch in folgender Weise: „Les Calèches sont des Voitures de campagne destinées à la promenade ou à la chasse, lesquelles sont ouverts de tous côtés au dessus de l'appui et dont l'impériale est soutenue par des montants de fer.“ — Bickes (von 1829) a. a. O. nennt S. 338 Kalesche jede Halbchaise, deren Fussboden nicht (wie bei der einer russischen Kibitke ähnlichen Pritschka) gerade läuft, sondern rund und ausgeschweift ist. Bickes vergisst dabei ganz, dass jede Kalesche vor Allem viersitzig sein muss. — In der neuesten (1865) Auflage des von Rausch in Halle bearbeiteten Beckmann'schen Werkes über Wagenfabrikation heisst es S. 367: „Unter der Bezeichnung Kalesche kann man alle Wagen zusammenfassen, welche ungefähr die Mitte halten zwischen den leichten Phaetons und den steifgedeckten Wagen oder Kutschen.“ — Die Kennzeichen eines Phaetons werden dabei nicht hervorgehoben, vielmehr ein ganzes Sortiment dieser Wagengattung (Taf. 15) beschrieben und durch Abbildungen erläutert, woraus hervorgeht, dass die gewöhnliche Erklärung, der Phaeton sei ein hohes vierrädriges zweispänniges sehr leichtes Luxusfahrwerk, unbedeckt und oben höchstens mit einem Sonnendache versehen, nicht mehr vollständig ausreicht, da auch solche mit beweglichem Verdeck (ähnlich wie bei den Cabriolets) vorkommen. Dass der Name „Phaeton“ von dem Sohne des Sonnengottes (Helios) abstammt, der den Sonnenwagen am Himmel so schlecht regiert haben soll, dass er damit die Erde beinahe verbrannt, und von Zeus durch einen Blitzstrahl getödtet wurde — bedarf hier wohl nur der Erinnerung.

1) Bickes a. a. O. S. 359 behauptet, dass diese Wagen nicht, wie man leicht vermuthen könnte, in der Stadt Landau erfunden wurden, sondern nach ihrem Erfinder, einem Engländer Landow, benannt werden. Dagegen giebt Adelung (Grammat.-krit. Wörterbuch Bd. 2, S. 796) an, dass zuerst Kaiser Joseph I., als er 1702 vor

Fig. 49 zeigt die älteste Abbildung von 1793 eines solchen Landauers, welche der Verfasser aufzutreiben vermochte [1]). Als eine Eigenthümlichkeit dürfte vielleicht auch der ganz gerade Lang-

Fig. 49.



baum dieses Wagens erwähnt werden, sowie dass sein Kasten von sogenannten S-Federn getragen wird und der Ort des Kutschers ein Galleriesitz oder englischer Bock ist, im Gegensatz zu den Böcken ohne Arm- und Rückenlehne (wie Fig. 44 und 45), die man gewöhnlich mit dem Namen „Carossenböcke" zu bezeichnen pflegte.

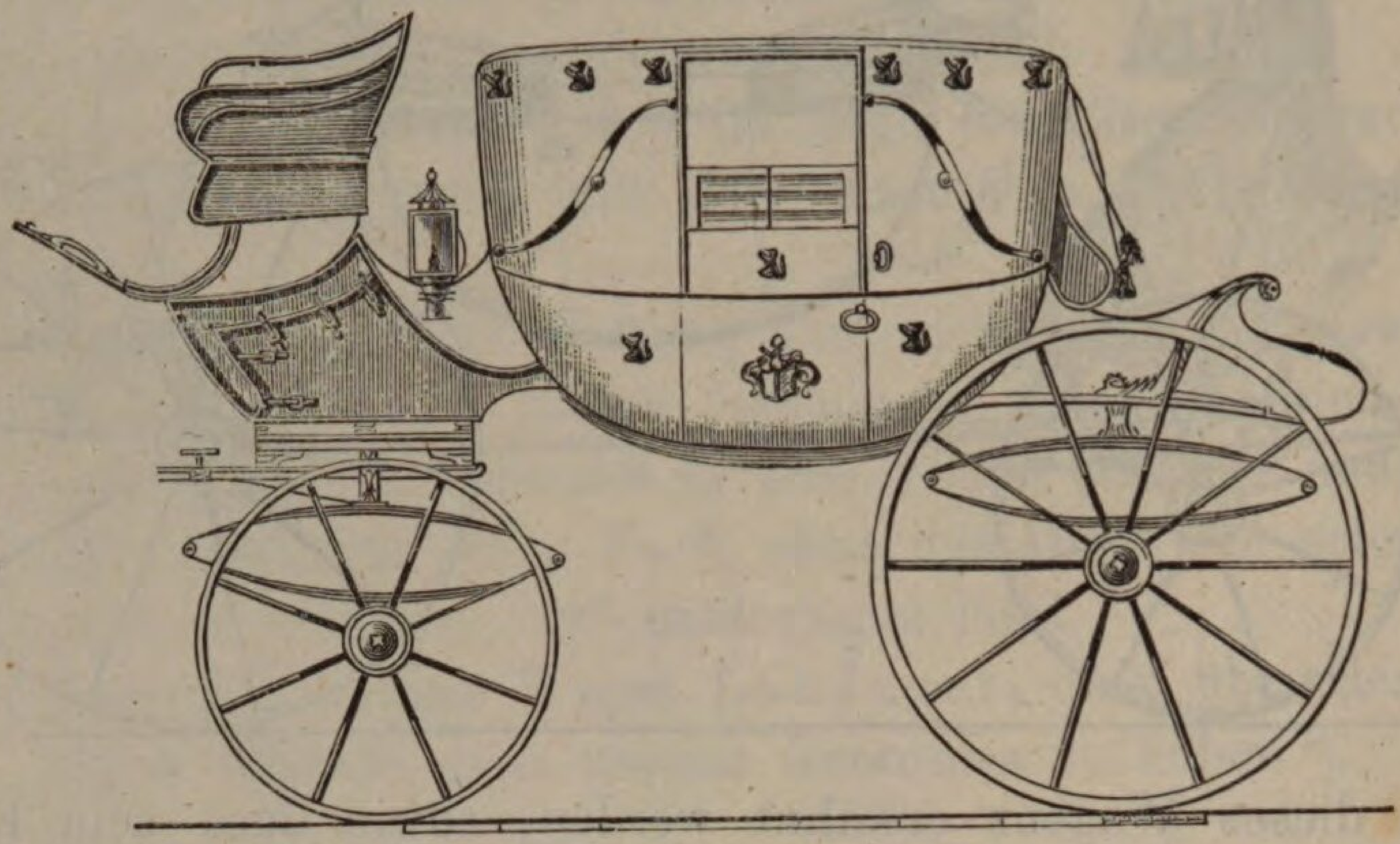
Kutschwagen ohne Langbaum fingen bereits im Anfange dieses Jahrhunderts in England und überhaupt von da ab allgemein zu werden an, als man Schmiedeeisen von grosser Zähigkeit und Festigkeit ohne zu hohe Kosten erzeugen lernte. Fig. 50 zeigt eine derartige Berline zum Stadtgebrauch (aus dem Jahre 1809), deren Kasten auf englischen horizontalen Druckfedern

Landau zog, einen Wagen gehabt habe, dessen Verdeck sich in der Mitte theilen und vorn und hinten niederschlagen liess. Letztere Angabe hat insofern wenig Wahrscheinlichkeit für sich, als (wie schon oben erwähnt) in keinem Werke des 18. Jahrhunderts, weder bei Rubo, noch in dem Schauplatze der Künste und Handwerke, derartiger Wagen auch nur im Entferntesten gedacht wird. Bickes spricht sich übrigens (S. 347) gegen diese Wagengattung aus, weil sie nicht solid genannt werden könnte, was gewiss nicht der Fall ist, wenn der Bau mit gehöriger Sorgfalt ausgeführt wird. Man unterscheidet übrigens noch Ganz-Landauer (Berlin-Landauer) und Halb- oder Coupée-Landauer (Landaulets).

1) Ackermann: A Second Book etc. of modern carriages etc. (Nr. 4), London 1793.

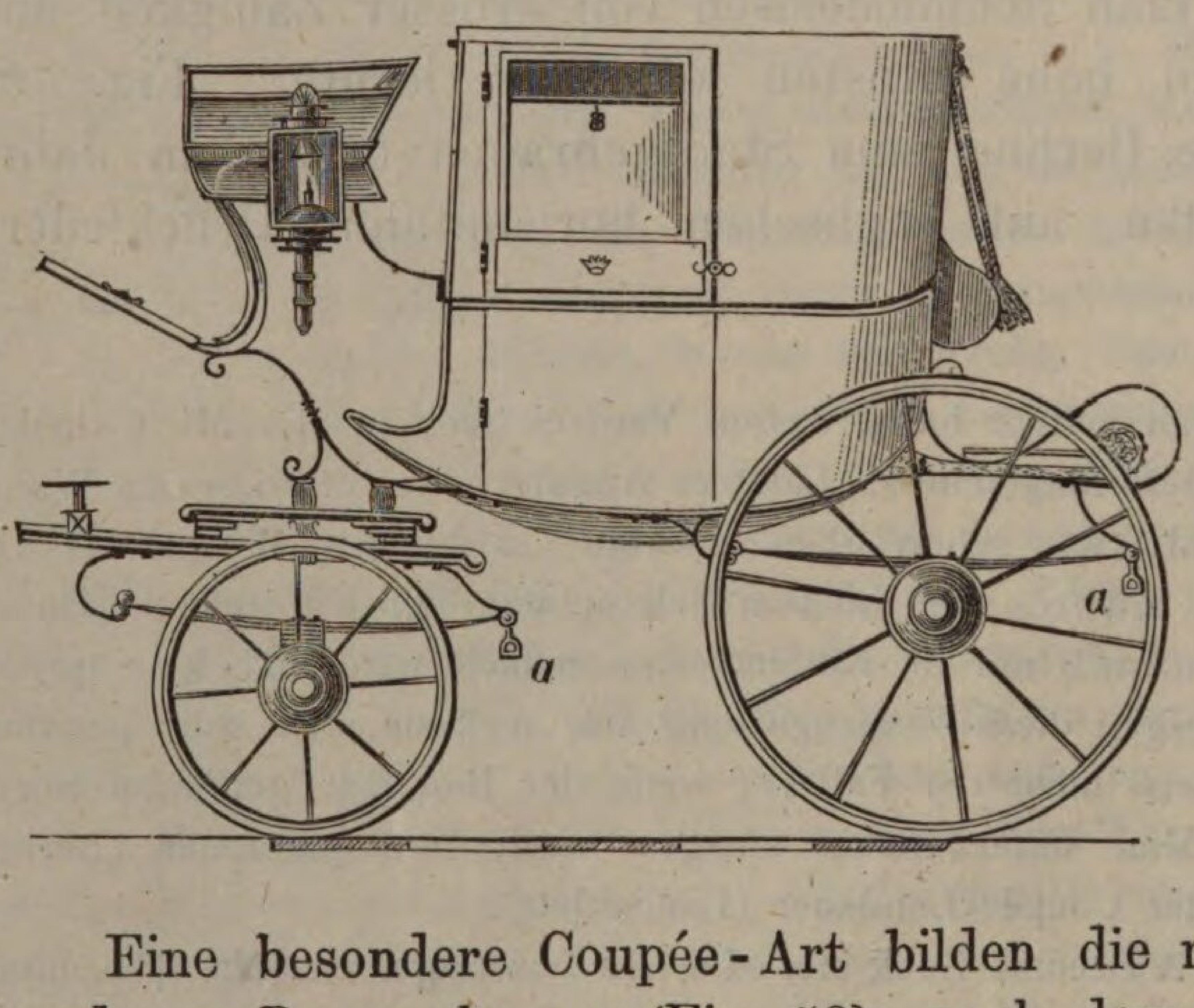
(Grashoppers) ruhend, aber immer noch sehr hoch gehängt ist. Die zu beiden Seiten des Verdecks vorhandenen Sturmstangen dienen hier wiederum nur als Verzierung.

Fig. 50.



Etwa vom Anfange der 30er Jahre an nehmen (vorzugsweise in England, von wo auch die hier folgenden Abbildungen herrühren) die bereits S. 44 (Fig. 45) besprochenen Halb-Berlinen oder Coupées (auch Sänftekutschen — Coupée-Chaises — genannt) die Gestalt von Fig. 51 an, d. h. man construirt sie ohne Langbaum, setzt den Kasten auf einfache Druck- oder Horizontalfedern und bringt letztere mit entsprechenden Querfedern *aa* derartig in Verbindung, dass der Wagenkasten auf sogenannten Kreuzfedern ruht.

Fig. 51.

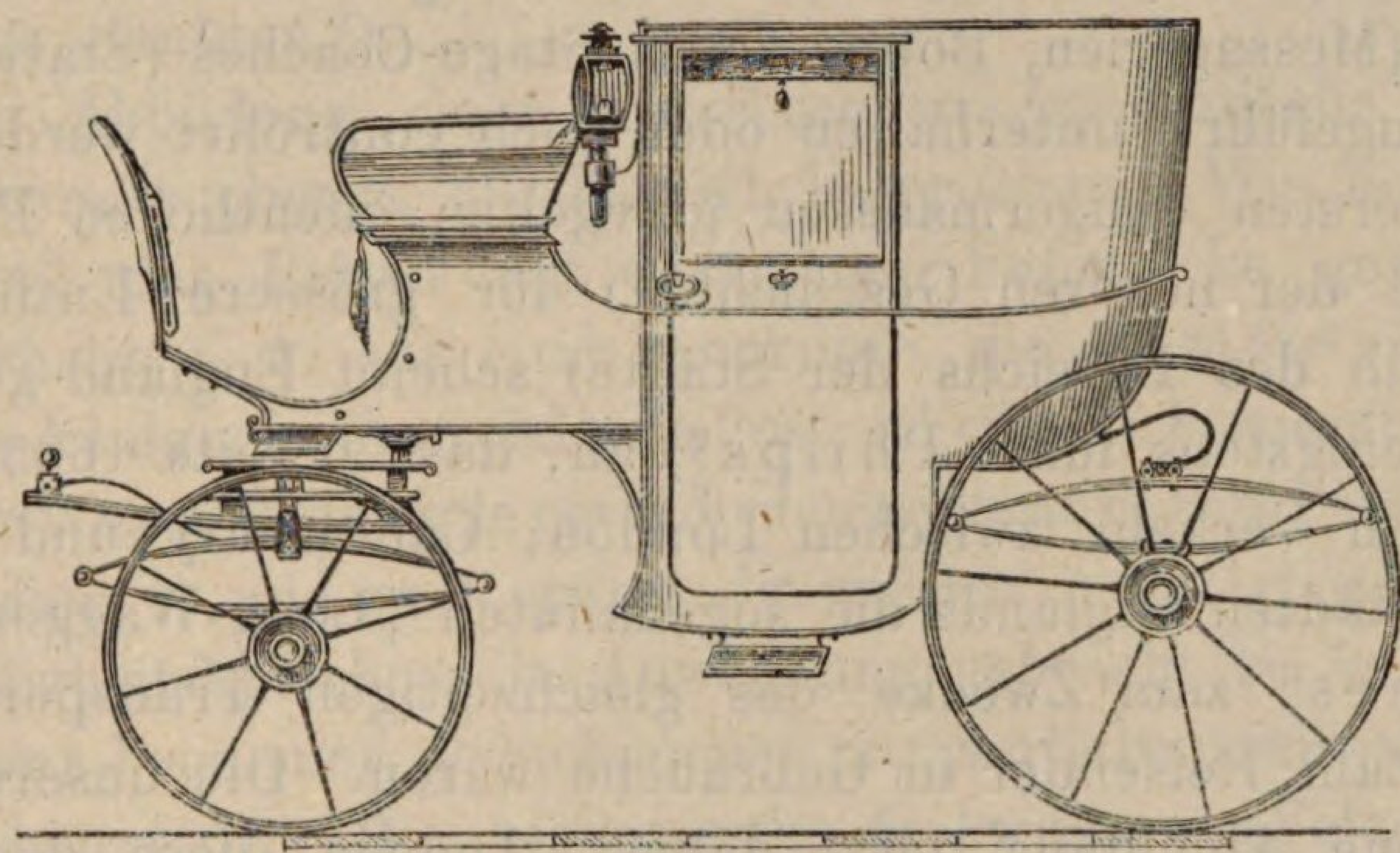


Eine besondere Coupée-Art bilden die nachher beliebt gewordenen Broughams (Fig. 52), nach dem berühmten Kanzler

von England Lord Brougham so benannt, der sie eingeführt haben soll [1]).

Die stuhlförmige Gestalt des Wagenkastens verschafft nicht nur grosse Bequemlichkeit für den Sitzenden, sondern bringt auch den Schwerpunkt des ganzen Baumes tiefer herab und macht das

Fig. 52.



Einsteigen derartig bequem wie keiner der bis jetzt aufgeführten Luxuswagen.

Von dem Coupée Fig. 51 unterscheidet sich dieser Brougham übrigens noch dadurch, dass er auf Grashopperfedern (auch Quetschfedern genannt) ruht, die Bockverbinduug mit dem Wagen eine ganz andere ist und demgemäss über dem Vordergestelle unter dem Bocke einen für kleineres Gepäck und sonst geeignetes Material brauchbaren, völlig gedeckten Raum besitzt [2]).

So weit es hier Zweck und Absicht sein konnte, eine geschichtliche Uebersicht der Fuhrwerke zu geben, ohne dabei auf besondere constructive Gegenstände, wie Räder, Achse u. d. m., speciell einzugehen, sind wir jetzt derartig zur Gegenwart gelangt,

1) Fig. 52 ist einer englischen Originalzeichnung entlehnt, welche gegen Ende der dreissiger Jahre gefertigt wurde.

2) Macht man den Brougham viersitzig (zwei Vorder- und zwei Hinterplätze) und versieht vorn und zu beiden Seiten die Kastenwände mit Glastafeln, so belegt man ihn gewöhnlich mit dem Namen „Clarence". Im Vorstehenden ist überall das Fuhrwerk unerwähnt geblieben, was man Droschken zu nennen pflegt. Der ursprüngliche Charakter dieser (russischen) Fuhrwerke ist der reitende Sitz

dass es in der That nichts Bedeutsames giebt, welches völlig unerörtert geblieben wäre. Dessenungeachtet dürfte es nicht unangemessen sein, noch eines der wichtigsten und erfolgreichsten Verkehrsmittel, der sogenannten öffentlichen Fuhrwerke (der neuen und neuesten Geschichte) zu gedenken, welche zur Personenbeförderung (und für kleineres Gepäck) von Regierungen als (Brief-) Fahrposten (Mail-Coaches) oder von Privatgesellschaften als Landkutschen (Messagerien, Botenwagen), Stage-Coaches (Stations-Kutschen) eingeführt, unterhalten oder doch controlirt werden.

Die ersten einigermaassen geregelten öffentlichen Personenfuhrwerke der neueren Geschichte [1]) für grössere Entfernungen (ausserhalb des Bereichs der Städte) scheint England gehabt zu haben, wenigstens führt Philps [2]) an, dass bereits 1605 für den öffentlichen Verkehr zwischen London, Canterbury und anderen grossen Städten Englands die sogenannten „Long-Waggons“ oder „Machines“ zum Zwecke des gleichzeitigen Transports einer grossen Zahl Reisender im Gebrauche waren. Die unserer Quelle beigegebene Abbildung lässt dabei erkennen, dass der Unterwagen jenem von Fig. 39 gleicht und der sehr lange Oberwagen, welcher mit Wänden und Decke aus Rohrgeflecht, erstere halb offen und mit Vorhängen (statt Fenster und Thüren) versehen war, denen von Fig. 32 und 40, jedoch mit dem Unterschiede gleich kommt, dass der Wagenkasten in Riemen an sogenannten Bockhölzern

oder umgekehrte Trog, unter welchem der Langbaum zur Verbindung des Vorder- mit dem Hinterwagen durchgeht. Abbildungen dieser (älteren) Droschken finden sich u. A. bei Bickes (a. a. O. Taf. 6). Gegenwärtig nennt man gewisse Abarten von Cabriolets (Cabs) und Kaleschen Droschken, welche als öffentliche Stadtwagen benutzt werden.

1) In Rom richtete zuerst Augustus (nach persischen Vorgängen) öffentliche Staffetten (Briefposten) ein. Um die weitere Ausbildung des römischen Postwesens machte sich nachher Kaiser Hadrian (regierte 117 bis 138 n. Chr.) verdient. Die von ihm bestellten Posten (Cursus publici, wenn sie gefahren wurden Cursus vehiculares) hatten folgende Einrichtung: An den Heerstrassen waren in der Entfernung von einer Tagreise an grösseren Orten Stationen (Mansiones), wo Pferde (Veredi) oder Maulesel, dazu leichte Fahrwagen (Cisia Fig. 19, Rhedae Fig. 23 etc.) und von Ochsen gezogene Packwagen (Cursus clabuares Fig. 27) bereit standen. Specielleres über „Geschichte des Postwesens“ findet sich in dem hier benutzten Abschnitt „Post“ der neuesten Auflage des Pierer'schen Universal-Lexikons. Diese Arbeit ist überhaupt eine der besten unter denen, welche dem Verfasser über diesen Gegenstand zu Gesicht gekommen.

2) The Progress etc. p. 163.

(Fig. 35) aufgehangen ist. Nach diesen kamen die Waggon-Coaches in Gebrauch mit festen Seitenwänden und Thüren, die sich endlich zu den Stage-Coaches (Stations-Kutschen) ausbildeten. Die Einführung der letzteren in England scheint sich von 1658 zu datiren [1]), die jedoch zufolge der damaligen schlechten Wege nicht sehr prosperirten, auch allerlei Angriffe von Solchen erfahren mussten, die sich durch derartige Transportmittel beeinträchtigt glaubten [2]).

Die Abbildung einer französischen Landkutsche von 1680 wurde bereits oben S. 40, Fig. 41 besprochen. Wie langsam und gefahrvoll das Reisen mit derartigem Fuhrwerke gewesen sein mag, erhellt u. A. aus einer Anekdote, die Ramée [3]) anführt.

Die königliche französische Post scheint sich zuerst nur zweirädriger Wagen (Chaise de poste de deux chevaux) zum Personentransport bedient [4]) und erst später die vierrädrigen Diligencen (Geschwindigkeitskutschen) in Anwendung gebracht zu haben, worin man zwar bequemer, jedoch immer nur verhältnissmässig langsam reisen konnte [5]). Die sogenannten Eilwagen (Velocifères, Cé-

1) Philps a. a. O. p. 165.

2) Philps a. a. O. p. 168 erzählt, dass noch 1762 in London eine förmliche Agitation gegen die Stage-Coaches organisirt wurde, die insbesondere ausging von Gastwirthen, von Sattlern (weil man weniger zu Pferde reiste und weniger Reitzeug gebraucht wurde), Schustern, Bootführern etc. Wegen der damaligen elenden Beschaffenheit der Landstrassen geschah die Zurücklegung der Reiserouten mit unglaublicher Langsamkeit. So gebrauchte die Stage-Coach zwischen London und Exeter unter Karl II. (der von 1660 bis 1685 regierte) regelmässig vier Tage, um die 37 $\frac{1}{3}$ deutsche Meilen (172 englische Meilen) lange Strecke bei steter Fahrt von Früh bis Abend zurückzulegen.

3) In der Histoire p. 149 wird Folgendes angeführt: „Sous le règne de Louis XIV, voyager était une grosse affaire, et l'on mettait un temps long et précieux à franchir de petits parcours. Voici un fait très-curieux et qui s'est passé en 1663. La Fontaine étant parti pour la Limousin, écrivait à sa femme deux jours après son départ de Paris: „J'ai tout-à-fait bonne opinion de notre voyage; nous avons déjà fait trois lieux sans mauvais accidents, sinon que l'épée de Mr. Jennart s'est rompue. Présentement nous sommes à Clamart, au-dessous de cette fameuse colline où est situé Meudon; là, nous devons nous rafraîchir deux ou trois jours."

4) Abbildungen finden sich in Garrault's „Bourrelier et Sellier" (1774) Taf. 9 und 14, auch bei Rubo Taf. 214.

5) Ramée erzählt (a. a. O. p. 151), dass die Diligence zwischen Paris und Lyon (welche acht Personen fasste, in Federn etc. hing) im Winter sechs Tage, im Sommer fünf Tage brauchte, um diese Tour zu durchlaufen. Der Preis eines Platzes (wahrscheinlich gegen Ende des vorigen Jahrhunderts) betrug 100 Livres (Franken).

léries) wurden erst am Anfange dieses Jahrhunderts eingeführt.

In Deutschland scheint man Personenposten erst nach dem dreissigjährigen Kriege organisirt zu haben. So legte man z. B. 1640 einen solchen Postwagencours zwischen Hildesheim und Bremen über Hannover an, diesem folgte 1683 ein Postwagen zwischen Leipzig und Dresden, ferner zwischen Heilbronn und Heidelberg, 1686 zwischen Nürnberg und Hof, so dass bereits 1705 fast alle grösseren Städte Deutschlands Personenpostverbindungen hatten.

Die hierbei benannten Postkutschen, auch nach der Farbe ihres Anstrichs gelbe Kutschen, blaue Kutschen etc. genannt, hatten Wagengestelle ähnlich der Abbildung Fig. 41. Der Kasten sass auf den Achsen fest, während im inneren Raume desselben Sitzbänke in Ketten oder Riemen aufgehangen, die Seitenwände aus Leinwand gebildet waren, u. d. m.

Sogenannte Eilwagen (Personen-Schnellposten) wurden zwar in Deutschland bereits 1805 von dem Thurn- und TaxisschenOberpostamte in Frankfurt a. M. am Oberrhein eingeführt[1]), fanden jedoch erst nach Beendigung des Napoleon'schen Continentalkrieges allgemeine Verbreitung, in welcher Beziehung sich in Preussen von 1821 ab der Oberpostmeister v. Nagler, in Oesterreich seit 1824 der Hofpostsecretair v. Ottenfels und Andere in den übrigen deutschen Staaten verdient machten.

Mehr oder weniger hatte man bei der Construction aller dieser Eilwagen die französischen Malle-Posten (Coupées jaunes 1819)[2]) und die Wagen der Pariser Messageries Royales und Laffitte[3]) (1820) zum Muster genommen, deren Grundgestalt wieder an die bereits früher zu hoher Vollendung gelangten englischen Stage-Coaches erinnerte.

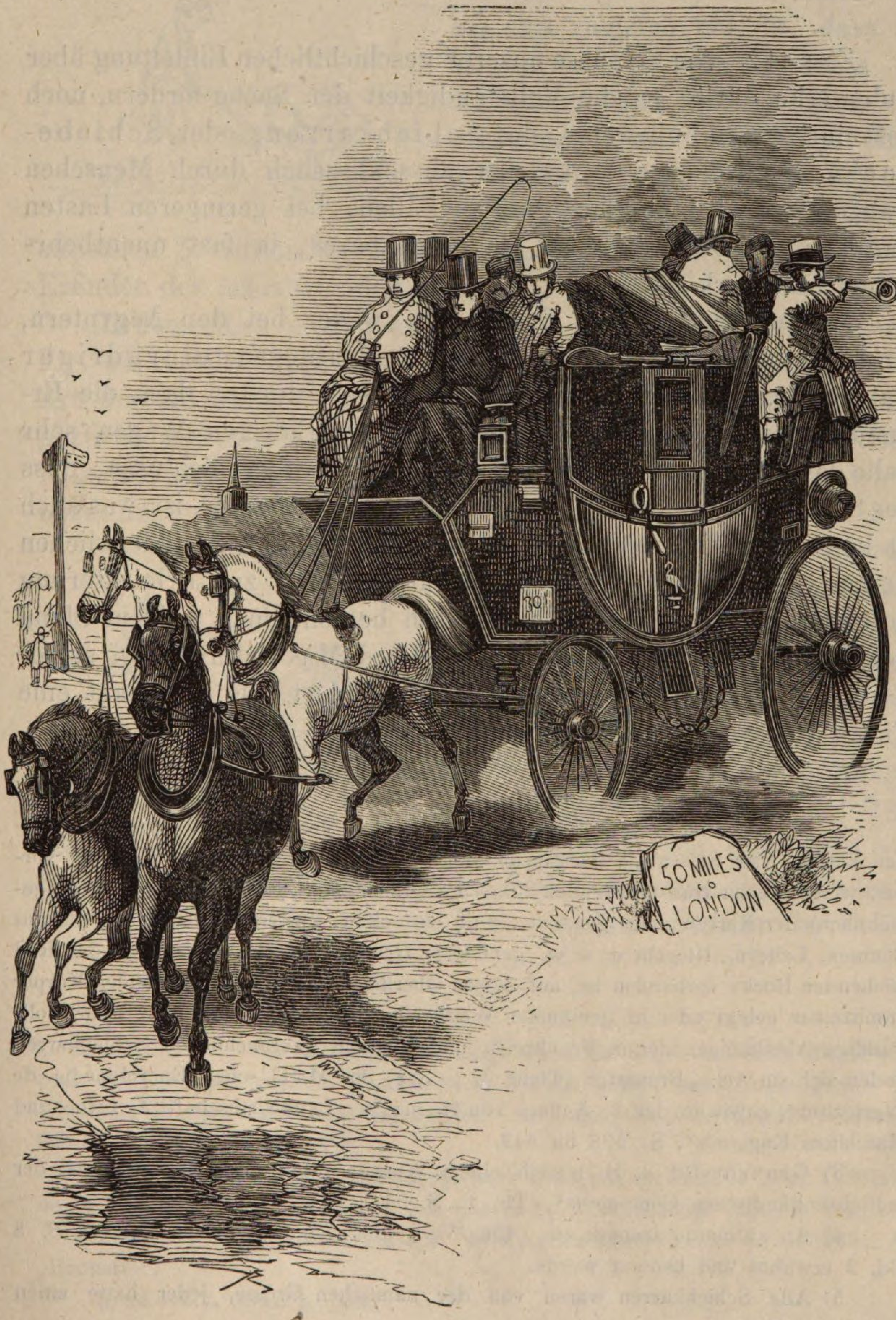
1) Die Familie Thurn und Taxis hat sich um die Gestaltung und Vervollkommnung des deutschen Postwesens überhaupt grosse Verdienste erworben. Die erste den Namen Post führende Anstalt richtete Roger I. von Thurn und Taxis in Tyrol ein. Sein Sohn Franz 1506 richtete (auf Maximilian's I. Verlangen) eine Reitpost von Brüssel nach Wien ein und wurde zum Generalpostmeister ernannt. Unter Kaiser Karl V. (1545) erhielt Bernhard von Taxis die Bestallung als Reichsoberpostmeister etc. etc.

2) Abgebildet bei Ramée a. a. O. Taf. 7 (p. 158).

3) Abbildungen bei Ginzrot Taf. 51 und 52. Ebendas. finden sich auf Taf. 50 Abbildungen verschiedener englischer Personen-Eilwagen, sowie Taf. 46 Abbildungen englischer Mail- (Brief-) Postwagen.

Letzterer Umstand (sowie die Erinnerung an eine eben so vergnügte wie nützliche Reise 1851 in Irland mit einer Stage-Coach als „Outside-Passenger") bestimmt den Verfasser, in Fig. 53

Fig. 53.



hier noch die Abbildung einer der besten dieser Wagen wiederzugeben[1]), wie sie zufolge der Eisenbahnen für grössere Verkehrsstrecken auch in England immer seltener und künftig vielleicht ganz der Geschichte anheimfallen werden.

Zusatz. Am Schlusse unserer geschichtlichen Einleitung über Fuhrwerke dürfte es die Vollständigkeit der Sache fördern, noch des einrädrigen Fuhrwerks, des Schiebkarrens oder Schiebebocks zu gedenken[2]), welcher ausschliesslich durch Menschen transportirt wird und in gewissen Fällen, bei geringeren Lasten und kurzen Förderstrecken, ein brauchbares, ja fast unentbehrliches Fuhrwerk ist.

Merkwürdiger Weise finden sich weder bei den Aegyptern, Griechen noch Römern auch nur Andeutungen einrädriger Fuhrwerke, während doch anzunehmen sein dürfte, dass die Erfindung desselben nach der Zeit der zweirädrigen Wagen sehr nahe lag. Letzterer Umstand bestimmt zu dem Schlusse, dass der Schiebkarren gewiss eines der ältesten Fuhrwerke ist, was auch dadurch bestätigt wird, dass es u. A. in China seit undenklichen Zeiten bekannt ist[3]). Zur Unterstützung und zur Erleichterung des Transportes solcher Schiebkarren bedient man sich in China der Segel und zwar so häufig, das Lord Macartney bei seiner Reise in China[4]) die Ueberraschung schildert, als er zuerst eine Flotte von Segel-Schiebkarren erblickte[5]).

1) Philps a. a. O. p. 169.

2) Die Benennung Schiebkarren setzt das Vorhandensein eines am Boden und an vier Seiten geschlossenen Gefässes (eines oben offenen Kastens) voraus, worin die zu transportirenden Massen Platz finden. Schiebebock wird (gewöhnlich) der Karren dann genannt, wenn ein solcher Kasten fehlt und nur ein aus Bäumen, Leitern, Riegeln u. s. w. gebildetes Gestell, mit einem bis über das Rad reichenden Bocke vorhanden ist, auf dessen Oberfläche die zu transportirenden Körper unmittelbar gelegt oder in geeigneter Weise befestigt werden können. Sehr vollständige Abbildungen der in Frankreich und England gebräuchlichen Schiebkarren finden sich im Art. „Brouette“ (Tome 4, p. 328) der Moll'schen Encyclopédie de l'agriculture, sowie in der 2. Auflage von Hamm's „Landwirthschaftl. Geräthe und Maschinen Englands“, S. 538 bis 542.

3) Ginzrot Bd. 4, S. 1 nach einem Werke: „Reise der Gesandtschaft der indisch-holländischen Compagnie“, Th. 1, S. 94.

4) An authentic account etc. Ein Werk über China, welches bereits S. 8 Bd. 2 erwähnt und benutzt wurde.

5) Alle Schiebkarren waren von der nämlichen Grösse, jeder hatte einen

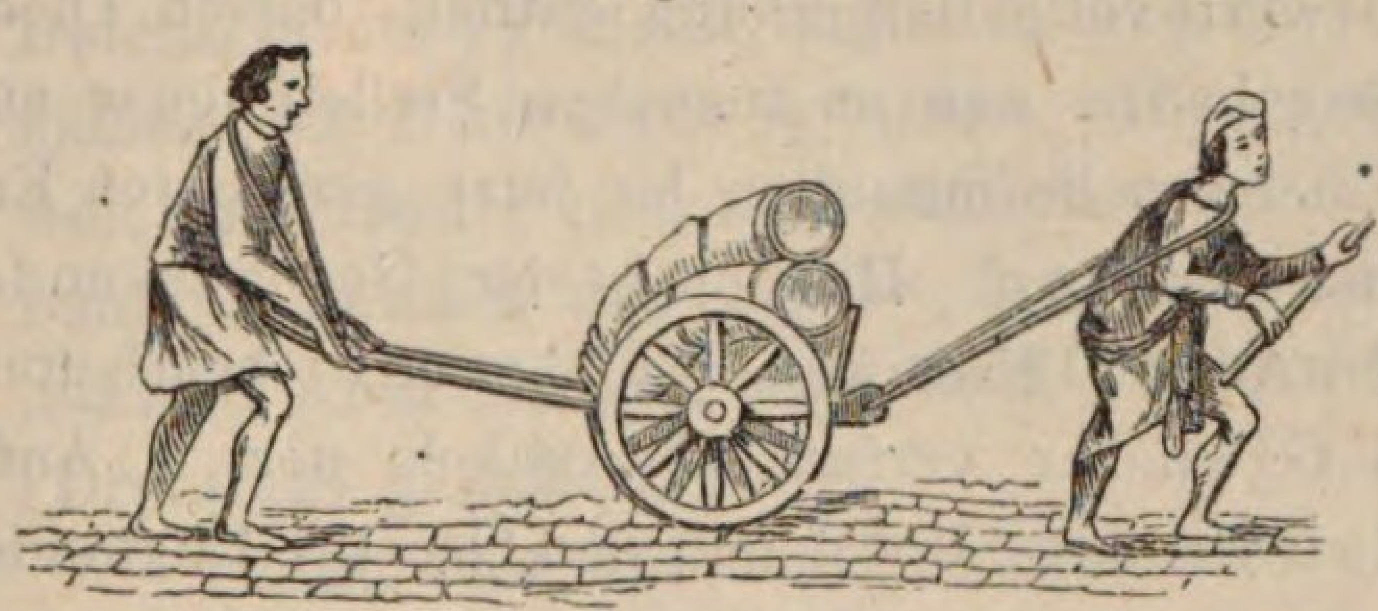
Die älteste zuverlässige Abbildung eines Schiebkarrens (richtiger eines Schiebebocks), welche der Verfasser aufzutreiben vermochte, zeigt Fig. 54. Sie ist dem Violet-le-Duc'schen Werke: „Dictionnaire raisonné du Mobilier Français“ (p. 407) entnommen, wobei sich zugleich ergiebt, dass sie sich in einem 1393 in Paris erschienenen und unten näher bezeichneten Werke befindet[1]). Hiermit erklärt sich zugleich die unrichtige Behauptung mancher französischen Schriftsteller, dass Pascal (geb. 1623, gest. 1662) der Erfinder des Schiebkarrens sei[2]).

Fig. 54.



In demselben alten Werke befindet sich auch die hier folgende Fig. 55, welche einen zweirädrigen Karren darstellt, den man nach Art der einrädrigen Karren oder eigentlichen Schiebkarren transportirte und der von Vielen als der Schiebkarren der Römer (Birota), von den Franzosen mit den Namen „Brouette-Camion“[3]) bezeichnet wird.

Fig. 55.



Als eine abermalige Bestätigung des alten Sprichwortes: „Es giebt wenig Neues unter Gottes Sonne“ kann hierbei angeführt werden, dass in Dr. Hamm's „Agronomischer Zeitung“ vom 10. September 1858 (S. 583) in einem mit „Ueber den Schiebkarren und seine verbesserte Construction“ überschriebenen Aufsatze der alte zweirädrige Karren (Fig. 55) als neuer Erdschiebkarren bezeichnet

kleinen Mast, der vorn am Karren befestigt war, ein Segel aus einer Binsenmatte oder aus Leinwand gebildet (6 Fuss hoch, 3 Fuss breit), sonst Alles gerade wie bei einem chinesischen Schiffe angeordnet. Abbildung eines solchen Karrens liefert Ginzrot Bd. 4, S. 145, Fig. 1.

1) „Le Ménagier de Paris composé vers 1393 par un Parisien pour l'éducation de sa femme“. Publ. pour prem. fois par la Soc. des Bibliop. franç. 2 Vol. 1857.

2) Moll: Encyclopédie partique de l'Agriculture“, Tome 4, p. 329, Art. „Brouette“.

3) Moll a. a. O. p. 332.

und in mehrfach modificirter Weise durch (sechs) Abbildungen erläutert[1]) und demselben sehr eifrig das Wort geredet wird.

§. 5.
Strassenfuhrwerke der Gegenwart.

A. Lastfuhrwerke[2]).

Vom Schiebkarren abgesehen, lassen sich alle Strassenfuhrwerke der Gegenwart im Allgemeinen in zwei- und vierrä-

1) Die charakteristische Stelle des betreffenden Aufsatzes lautet (a. a. O. S. 583): „Die Construction des neuen Erdschiebkarrens ist äusserlich durchaus die gleiche, wie diejenige des gewöhnlichen Schiebkarrens, bis auf dessen einziges vorn laufendes Rad, welches hier durch ein Räderpaar unterhalb des Kastens und etwas vor dem Schwerpunkt der Last ersetzt ist."

2) Literatur: Gerstner, Handbuch der Mechanik, 1833, Bd. 1, S. 571, behandelt zwar vorzugsweise die Theorie der Fuhrwerke in höchst einfacher, sachgemässer Weise, enthält jedoch auch beachtenswerthe praktische Winke. — Migout et Bergery, Essai sur la théorie des affuts et des voitures d'Artillerie, Paris 1836, deutsch vom preuss. Artillerielieutenant Hoffmann, Magdeburg 1840. Eine der besten und vorzüglichsten neueren Arbeiten über Fuhrwerke, welche weit über die Grenze der Kriegsfuhrwerke hinaus geht. — „Die Construction des beweglichsten Fuhrwerkes" nach neuen Ansichten für Artilleristen, Wagenfabrikanten und andere Techniker. Von einem preuss. Artillerieofficier, Berlin 1842. Ein Buch, welches manche werthvolle Bemerkung enthält, dessen Theorien jedoch sehr viel zu wünschen übrig lassen und an manchen Stellen sogar auf Resultate führen, welche völlig im Widerspruche mit allen bis jetzt gemachten Erfahrungen stehen. — Karmarsch und Heeren, Handbuch der Gewerbekunde, Bd. 1, Art. „Fuhrwerke". In der 2. Aufl. (1854) von Rühlmann bearbeitet, jedoch mit Benutzung desselben (von Glünder verfassten) Artikels der 1. Aufl. (von 1842). — Dr. Hamm, Die landwirthschaftl. Maschinen und Geräthe Englands. 1. Aufl. 1849, 2. Aufl. 1858. In beiden Auflagen sind die Abschnitte „Transportgeräthschaften" sehr gut behandelt. — Möser und Fink, Musterzeichnungen für Techniker, dritte Abtheilung „Wagnerarbeiten". Darmstadt 1848. Die 15 grossen Foliotafeln müssen als die besten ihrer Art bezeichnet werden. Schade, dass nirgends Maasse eingeschrieben sind und die Bearbeitung des Textes zu wünschen übrig lässt. — Scott-Burn, The Book of Farm Implements et Machines. London 1858. Die Art. „Carts" und „Waggons" §. 1363 bis mit §. 1451 enthalten manches Werthvolle über englische Ackerfuhrwerke. — R. Nobis, Die Theorie des Fuhrwesens. Danzig 1850. Behandelt vorzugsweise die ländlichen Arbeitswagen und zwar höchst klar und bündig (61 Octavseiten). — Moll, Encyclopédie (Tome 4, Paris 1861). Art. „Chariot" p. 669 und „Charette" p. 712 sind lesenswerthe elementar gehaltene Arbeiten. — Welkner (Obermaschinenmeister in Göttingen), über Landfuhrwerke. Vortrag im Conservatorium der landwirthschaftl. Akademie Göttingen-Weende. Abgedruckt in Henneberg's „Journal für Landwirthschaft", Jahrg. 1861 (Bd. 6), S. 196. Populär, übersichtlich behandelt. — R. Roerdansz, Theorie der Kriegsfuhrwerke, Berlin 1863. Enthält mehr als der Titel besagt und auch nicht bloss (sehr einfache) Theorien, sondern vielfache (werthvolle) praktische Bemerkungen.

drige unterscheiden[1]), sowie ferner in Last- und in Luxusfuhrwerke. Das zweirädrige Lastfuhrwerk pflegt man gewöhnlich Karren zu nennen.

Die vierrädrigen Lastfuhrwerke oder Wagen kann man auch als Vereinigung zweier Karren (als Doppelkarren) betrachten. Hiernach schliesst der vierrädrige Wagen den Karren mit in sich und besprechen wir deshalb hier den Wagen zuerst.

Wie bei Fuhrwerken überhaupt unterscheidet man auch bei den Lastfuhrwerken (Wirthschafts-, Land- oder Ackerfuhrwerken) das Untergestell oder den Unterwagen von dem Obergestell oder dem Oberwagen.

Da die Leistung eines jeden Fuhrwerkes hauptsächlich vom Untergestelle bestimmt wird, so mag dies zuerst besprochen werden.

Wie schon angedeutet, besteht das Untergestell des vierrädrigen Wagens aus zwei Hauptkörpern, dem Vorderwagen (Vordergestell) und dem Hinterwagen (Hintergestell).

Der Vorderwagen wird gebildet (Fig. 56, Grundriss) von den beiden Rädern *aa*, der eisernen Achse *bb* (um welche erstere laufen) und dem hölzernen Achsstocke oder Achsholz *cc*, woran *bb* befestigt ist. Auf dem Achsholze liegt der Achsschemel (auch Schale genannt), während zwischen beiden die Deichselarme *ff* hindurchgehen, welche vor der Achse die Scheere *ii* zur Aufnahme der Deichsel *h* bilden. Hinter der Achse gehen die Arme *ff* gehörig weit auseinander und sind endlich nahe den Enden durch einen Querarm *g* verbunden, welcher das Reib-, Lenk- oder Drehscheit genannt wird. Durch letztere Anordnungen wird dem Vorderwagen eine selbständige Seitenbewegung (Drehung) gesichert.

Unter oder auf der Deichsel wird (je nach der Radhöhe) mittelst eines verticalen Bolzens der grosse Schwengel (Klippschwengel, auch die Waage genannt) befestigt, woran man weiter die kleinen Schwengel, die Zug- oder Ortscheite *yy* hängt, die endlich zum Anbringen der Zugstränge *zz* dienen.

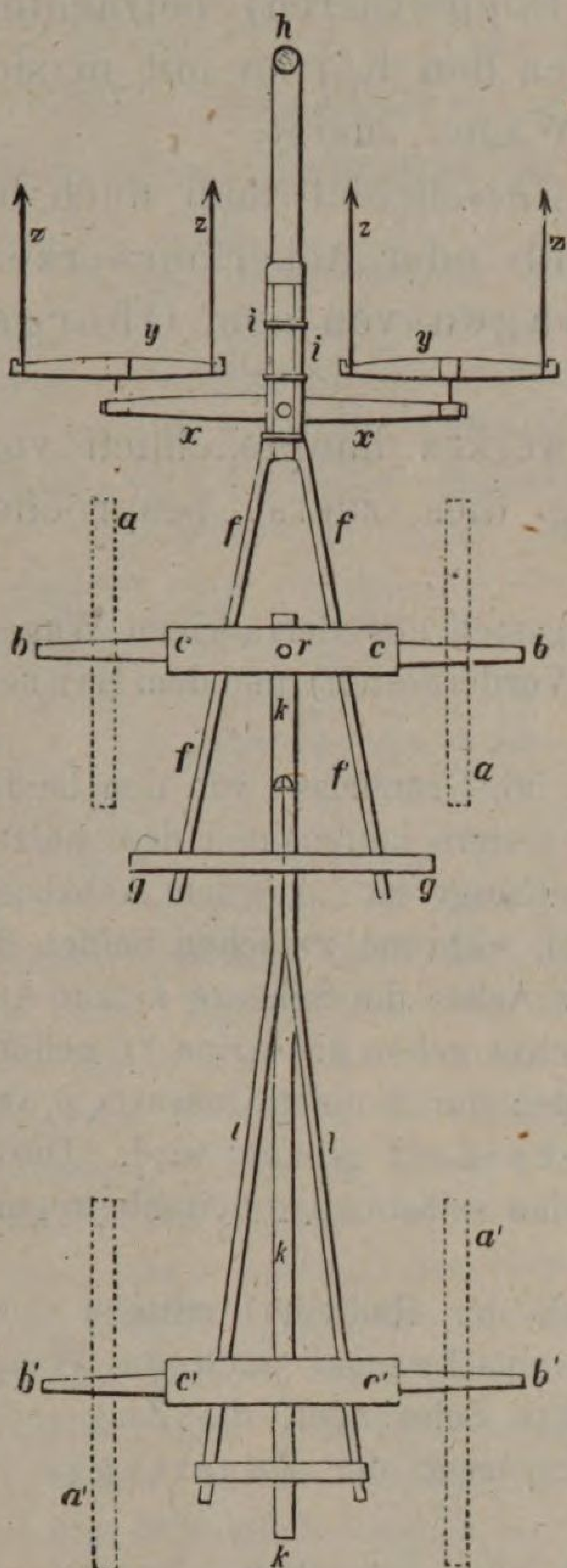
Der Schwengel ist entweder feststehend oder beweglich. Im ersteren Falle wird er Sprengwaage oder Steifschwengel (Brake), im letzteren Schleppschwengel genannt.

Bei ungeübten Fuhrleuten verschafft der Steifschwengel dem Fuhrwerke einen gleichmässigeren, stetigeren Gang, abgesehen davon, dass er haltbarer ist und das Lenken schneller geschehen kann. Sehr oft lässt man beim Steifschwengel die Ortscheite ganz weg und spannt die Pferde unmittelbar an ersteren, was jedoch den Nachtheil mit sich führt, dass jeder Stoss des Rades dem Kummet etc. mitgetheilt, die feste Lage des letzteren gestört und überdies das Rippengewölbe des Pferdes bedeutend angegriffen wird.

1) Dreirädrige Fuhrwerke sind seltene Ausnahmen der Regel, noch seltener sind sechs- und achträdrige.

Der Hinterwagen besteht wieder aus den beiden Rädern *a'a'*, den Achsen *b'b'*, dem Achsholze *c'c'*. Ueber letzterem und damit fest verbunden befindet sich gewöhnlich wieder ein passendes, gleich langes, ebenfalls zur Verstärkung dienendes Holz, die hintere Schale oder der hintere Achsschemel.

Fig. 56.



Zur Verbindung des Hinterwagens mit dem Vorderwagen dient der Langbaum *k*. Derselbe ist hinten zwischen dem Achsholze und der Schale befestigt und durch einen von der Mitte nach hinten reichenden, darüberliegenden Baum verstärkt, der sich beim Durchgehen durch *c'c'* in zwei Arme *ll* theilt.

Im Vorderwagen geht der Langbaum durch Achsholz und Schemel oder Schale frei durch und wird daselbst zur Herstellung der Verbindung von einem durchgesteckten Bolzen, dem Spann-, Schliess- oder Reibnagel *r*, entsprechend gehalten. Um letzteren Bolzen ist zugleich dem Vorderwagen eine geeignete Drehung gestattet.

Vervollständigt wird Anordnung und Ausführung aller bis jetzt besprochenen Theile, wenn wir uns zur Betrachtung eines in Fig. 57 bis 60 ($^1/_{48}$ der wirklichen Grösse) abgebildeten neueren Ackerwagens (von Schmidt in Erfurt) wenden.

Nach dem Vorausgegangenen bedarf es wohl kaum der Erwähnung, dass Fig. 57 den Aufriss und Längendurchschnitt des Wagens darstellt, Fig. 58 eine Ansicht von unten aus betrachtet ist, Fig. 59 aber den Vorderwagen und endlich Fig. 60 den Hinterwagen erkennen lässt. Die Durchschnittsrichtungen, wonach die Figuren 59 und 60 gezeichnet sind, sind in Fig. 58 durch punktirte Linien $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$ angedeutet. Die Vorderräder *aa* haben 3 Fuss 11 Zoll rhein. Durchmesser, die Hinterräder 4 Fuss 5 Zoll. Die Spurweite von Mitte zu Mitte beider Felgen gerechnet ist die in Preussen gesetzliche, nämlich 4 Fuss 10 Zoll rhein. [1]).

Zur Ergänzung der vorher, unter Zuziehung der Fig. 56 betrachteten Theile des Untergestelles wenden wir uns zunächst zum Vorder- und Hinterwagen.

1) In Hannover nennt man Spurweite den unteren (auf dem Fussboden im Lichten gemessenen) Abstand beider Räder, und ist derselbe gesetzlich zu 4 Fuss 10 Zoll hannov. vorgeschrieben.

Auf dem Achsholze *d* des Vorderwagens Fig. 59 findet man zunächst den bereits erwähnten Achsschemel *r r* (durch eiserne Bänder etc.) gehörig befestigt. Ueber diesem liegt aber noch ein drittes Holz *t*, der Wende- oder Lenk-

Fig. 57.

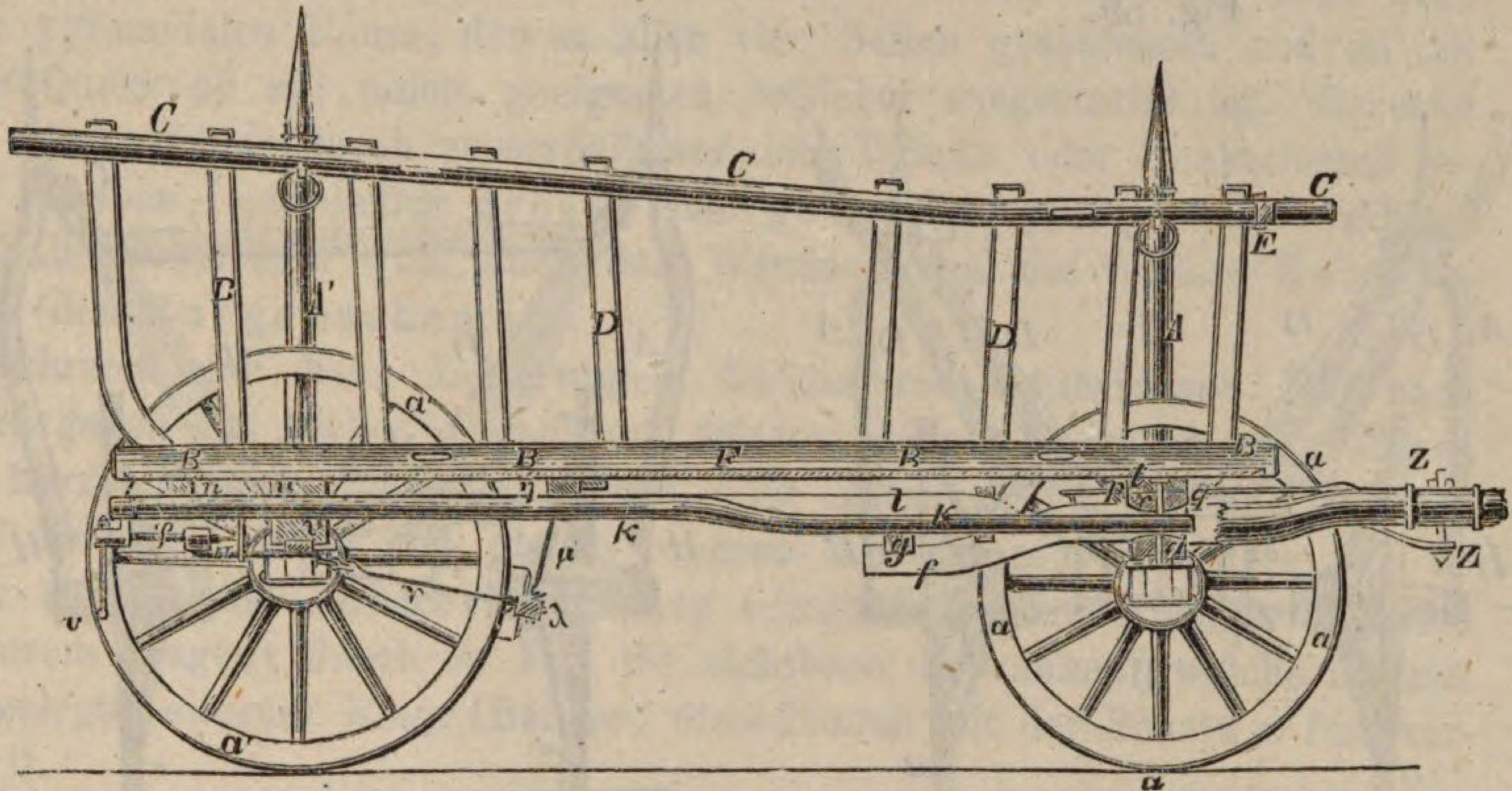
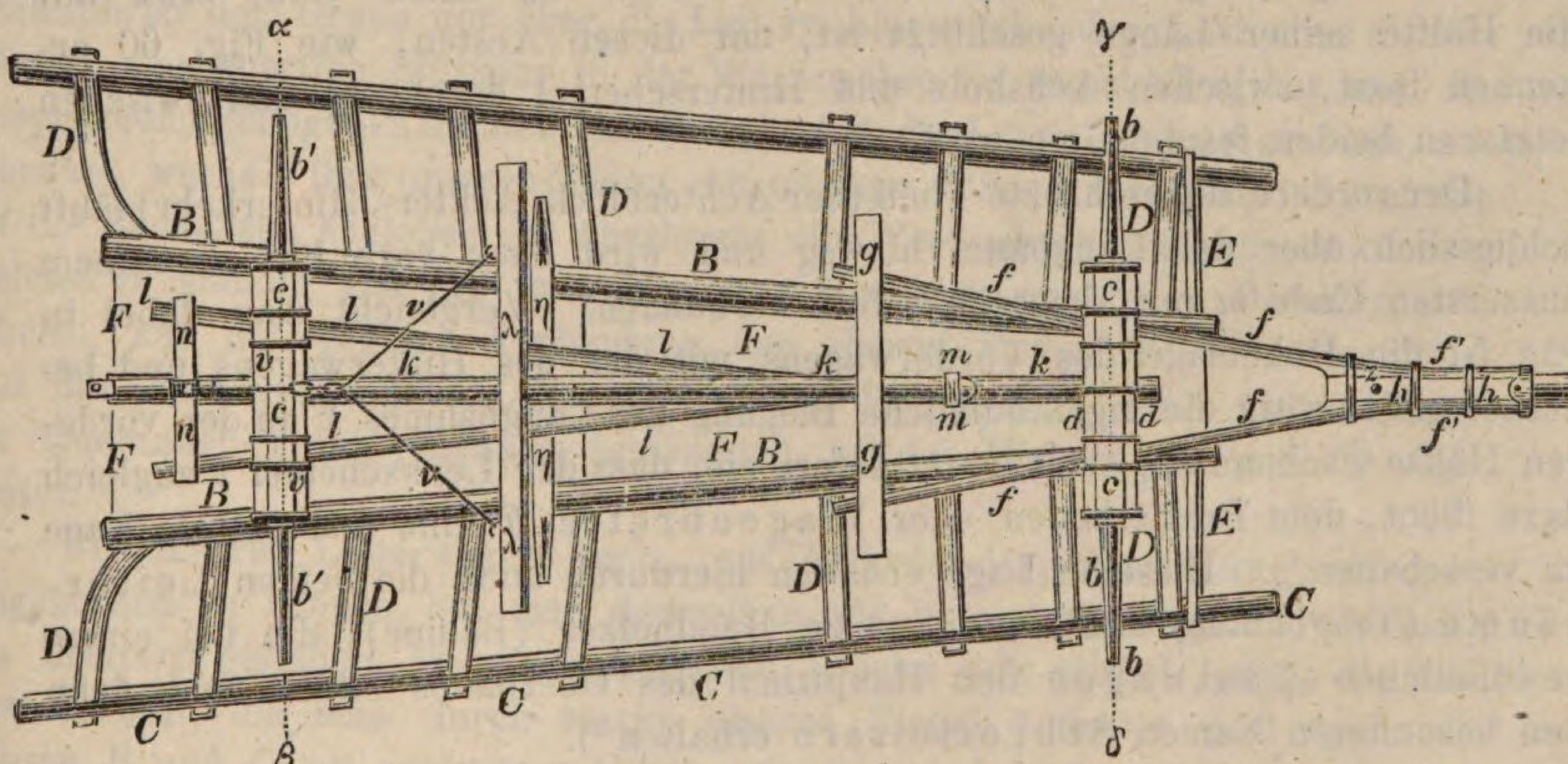


Fig. 58.



schemel (auch unter Umständen Rungeschemel genannt), der jedoch nur am Oberwagen befestigt ist, während der vordere Achsschemel *r*, wie schon hervorgehoben, mit dem Unterwagen unabänderlich verbunden ist. Zwischen Lenk- und Achsschemel (zwischen *t* und *r*) finden sich also die bei Drehung des Vorderwagens sich reibenden Flächen, welche man deshalb auch entsprechend mit Eisenblech belegt hat. Bei der gedachten Drehung verhindert zugleich der in Fig. 59 durch *I II* angedeutete und in Fig. 57 ganz sichtbare Spannnagel jede unbeabsichtigte Verschiebung. Den Langbaum *k* nebst den beiden Drehscheiten *ff* erkennt man ohne Weiteres und vervollständigt durch Betrachtung sämmtlicher Figuren nach einander das, was Fig. 56 noch übrig liess.

In der Abbildung des Hinterwagens Fig. 60 ist das Achsholz mit *v*, die Schale oder der hintere Achsschemel mit *u* bezeichnet.

Die Streben *ll*, Hinterarme genannt, sind, wie bereits angedeutet,

Fig. 59.

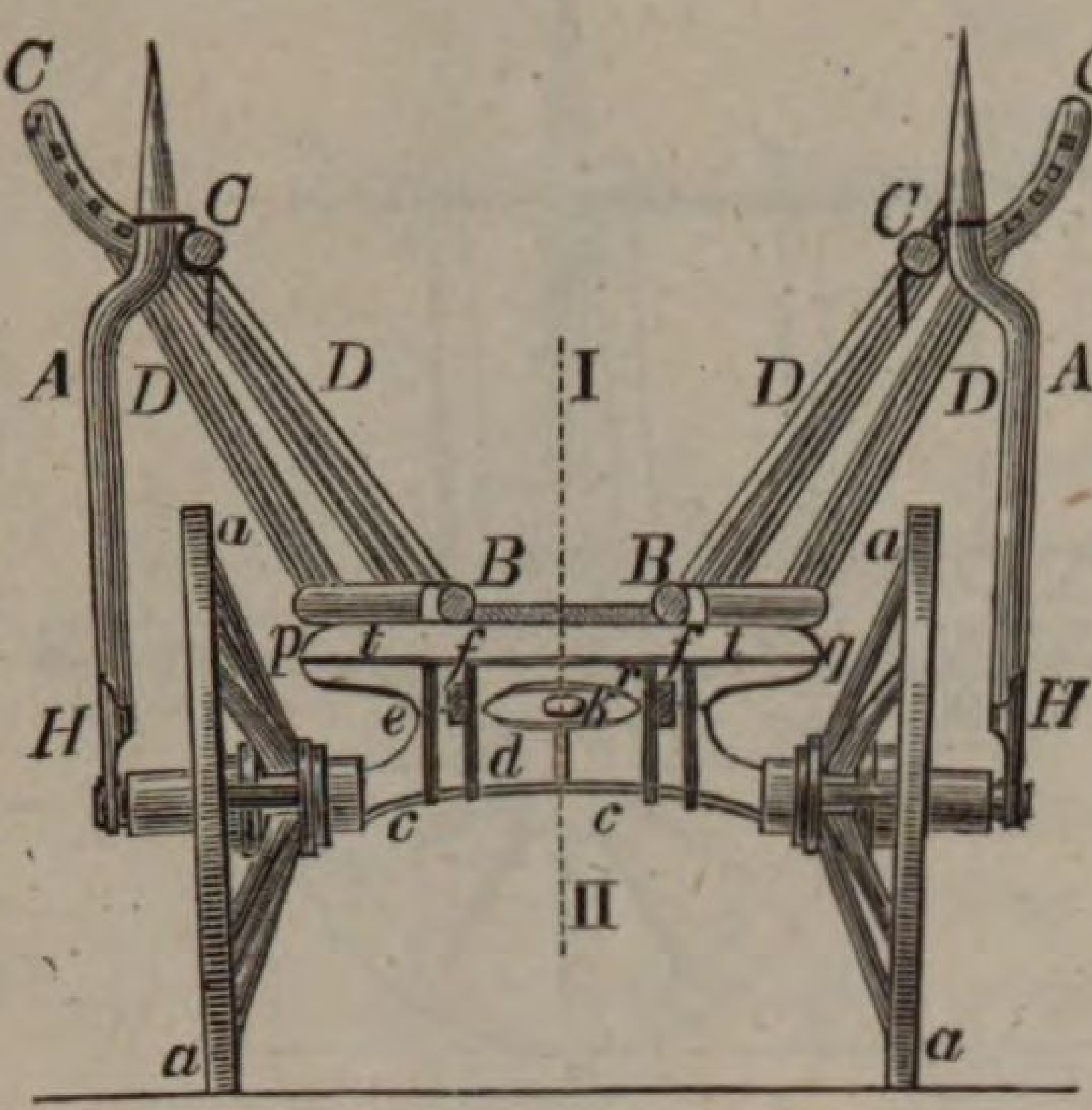
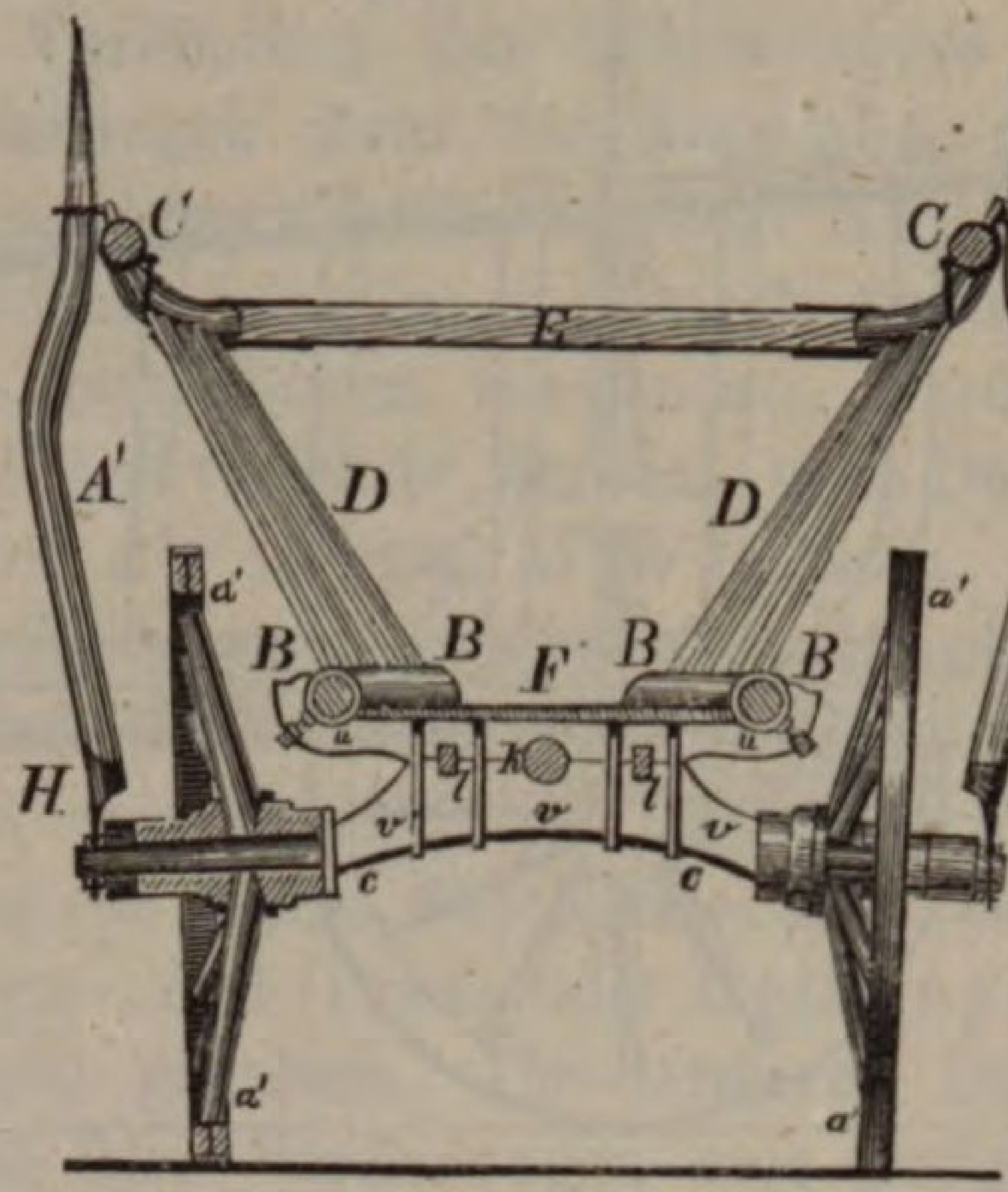


Fig. 60.



Theile eines kräftigen Baumes *lm*, der deshalb an einem Ende etwa auf die Hälfte seiner Länge geschlitzt ist, mit diesen Aesten, wie Fig. 60 erkennen lässt, zwischen Achsholz und Hinterschemel durchgeht und zwischen letzteren beiden festgehalten wird.

Der vordere, ungeschlitzte Theil (der Achterblock, Achter-, Hinterkehr) läuft schliesslich über den Langbaum hinweg und wird nach vorn hin an seinem äussersten Ende *m* mit demselben fest verbunden. Vergleicht man dabei in Fig. 57 die Höhenlage des Vorderwagens mit der des Hinterwagens und beachtet gleichzeitig die eigenthümliche Biegung des Langbaumes *k* an der vorderen Hälfte nach unten, so leuchtet sofort ein, dass der Lenkschemel *t* zugleich dazu dient, dem Bretterboden oder Wagenbrette *F* eine horizontale Lage zu verschaffen [1]). Dieselbe Lage erhalten hierdurch auch die beiden Leiterbäume (Tragbäume) *BB*, zwei starke Rundhölzer (Bäume), die bei einem gewöhnlichen Lastwagen den Hauptheil des Oberbaues bilden und dann den besonderen Namen Schrotleitern erhalten [2]).

Bei dem speciellen Wagen (Ackerwagen) unserer Abbildungen sind *B* die unteren und *CC* die oberen Leiterbäume, die durch Spangen oder Sparren *DD* an beiden Seiten zu einer Art Leiter mit einander verbunden sind, und weshalb man auch dem ganzen Wagen den Namen Leiterwagen gegeben hat. Beide Leitern sind an unserem Wagen an den oberen Enden durch eine Art Zange *E* Fig. 60 vereinigt, die man Brille, Querscheit oder Schussbrett zu nennen pflegt.

1) Gegen nachtheilige Durchbiegungen des Wagenbrettes *F* schützen geeignete Riegel oder Unterlagen.

2) Grössere nach Maassstab gezeichnete Abbildungen solcher Lastwagen enthält das bereits oben citirte Werk von Möser und Fink, Taf. 389.

Gestattet die Beschaffenheit der zu transportirenden Gegenstände keine durchbrochenen Wände, wie der Leiterwagen, wenn z. B. die Ladung aus kleineren Bausteinen (Ziegelsteine, Pflastersteine etc.), Kies, Kohlen, Wurzeln etc. besteht, so ersetzt man die Leitern gewöhnlich durch einen Kasten, d. h. man bildet aus Brettern und Verbandstücken einen nur oben offenen, mehr oder weniger pyramidalen Raum, der an allen vier Seiten geschlossen und an der hinteren Querwand mit einem geeigneten Schieber ausgestattet ist. Gestützt werden diese Wände durch ausserhalb auf dem Wende- oder Lenkschemel befestigte Streben, gewöhnlich grosse oder ganze Rungen genannt. In letzterem Falle heisst man wohl auch den Wendeschemel die vordere Rungenschale (den Rungenschemel).

Während sich beim Leiterwagen die unteren Leiterbäume *BB* nach innen zu gegen das dicke Wagenbrett stützen, lehnen sie sich nach aussen hin an kurze hölzerne Pfeiler, Knaggen oder eiserne Bogenstücken, die man kleine Rungen nennt und die in unseren Abbildungen besonders Fig. 59 sichtbar sind. Eine fernere Verbindung erhalten die Leiterbäume (speciell bei unserem Wagen) durch in Fig. 60 sichtbare Schrauben, welche mittelst um *B* gelegter eiserner Ringe (Bänder) diese Bäume mit der Schale *u* fest vereinigen[1]).

Um bei unserem Wagen ausser den kleinen Rungen noch eine besondere Stützung der Leitern zu schaffen, hauptsächlich aber, um bei hochgeladenen Erntefuhren dem Druck der über die Leitern hinausgehenden Last eine zweckmässige strebenartige Stützung in der Wagenachse zu verschaffen, hat man die entsprechend gebogenen dünnen Rundhölzer *AA*, die Lünzstaken genannt, angeordnet, weshalb ihre unteren Enden mit eisernen Ringen versehen sind, um sie auf die Radachsen schieben und überhaupt eine Verbindung erzeugen zu können, welche vollständig aus der in $1/_{12}$ wahrer Grösse gezeichneten Detailfigur 68 erhellt. Die nothwendige Verbindung der oberen Enden dieser Lünzstützen *AA* mit den Leiterbäumen *CC* durch eiserne Ringe oder Ketten (statt hölzerner Querscheite) ist ebenfalls hinlänglich in den Figuren 59 und 60 angedeutet.

Um unseren Leiterwagen auch, auf Erforderniss, zum Kastenwagen umgestalten zu können, hat man demselben als besondere Zugabe vollständig aus Brettern gebildete Wände beigegeben, welche sich seitlich gegen die Leitern stützen, die man durch starke eiserne Riegel befestigt und wozu die Bäume *B* und *C* mit geeigneten Oesen versehen sind.

Es erübrigt jetzt noch auf die bei unserem Ackerwagen nicht fehlende Bremse (zur Sicherung beim Fahren auf ansteigenden Wegen) aufmerksam

1) Unmittelbar über der Vorderachse sind die Bäume *BB* noch mit derartig kropfartig gebogenem starken Eisenblech ausgestattet, dass sie damit gleichsam auf dem Wendeschemel *t* reiten, letzteren zwischen die wellenförmig gebogenen Blechbeschläge klemmen und damit die Längenverschiebung der unteren Bäume am Vorderwagen ebenso vermeiden wie die bemerkten Ringe und Schrauben am Hinterwagen.

zu machen, welche den gemeinen Hemmschuh ersetzt. Es ist dies eine sogenannte Backenbremse (Bd. 1, S. 380 und Bd. 2, S. 135), deren Backe (Bremsklotz) λ zunächst von zwei Eisenstangen μ getragen wird, die oberhalb an einem Riegel η (Fig. 58) aufgehangen sind, welchen man an die Streben ll geschroben hat. Zwei andere Stücke aus dünnem Rundeisen $\nu\nu$ (Fig. 57 und 58) verbinden den Bremsklotz λ mit einem horizontalen Eisenstabe π, der an einem Ende (rechts) hakenförmig umgebogen, am anderen mit einer Mutter versehen ist, deren Schraube φ mittelst eines Hebels in Umdrehung versetzt werden kann.

Da man die Möglichkeit einer fortschreitenden Bewegung der Schraube φ sorgfältig verhindert hat, so erhellt ohne Weiteres, dass beim Umdrehen derselben die zugehörige Mutter am Stabe π eine Verschiebung in horizontaler Richtung erfahren muss, wodurch die Bremsbacke λ entweder angezogen oder gelöst wird.

Von sonst in vorstehender Beschreibung nicht erwähnten Bezeichnungen unserer Abbildungen werde nachgetragen, dass m Fig. 58 ein Bandeisen ist, nn eine Zange für die Gabel (Hinterarme) ll und endlich z ein eiserner Bolzen ist, woran der Schleppschwengel befestigt wird[1]).

Auf die Construction der Räder der Schmidt'schen Wagen kommen wir zurück, nachdem wir die bei Lastwagenrädern überhaupt vorkommenden

1) Der Wagen unserer Abbildungen (wie schon angeführt, aus der Fabrik von J. J. Schmidt in Erfurt) zeichnet sich nicht nur durch rationelle Anordnungen und Dimensionen überhaupt, sondern auch dadurch aus, dass er nach dem Princip der Arbeitstheilung hergestellt ist. Für 20 verschiedene Wagengrössen werden bei Schmidt alle Theile nach Schablonen verfertigt, deren Dimensionen nach Verhältnisszahlen sorgfältig bestimmt und nachher numerirt sind. Jedes solches schlecht oder lahm gewordene oder gar zerbrochene Stück lässt sich leicht ersetzen, da es sofort aus der Fabrik bezogen werden kann. Für die vorräthigen Holztheile erwächst dadurch noch ein anderer grosser Vortheil, nämlich der, dass sie sämmtlich aus sehr trocknem Holze bestehen, da auch deren Aufbewahrung in besonderen Lagerräumen geschieht. — Diesen Umständen zufolge dürfte es nicht unangemessen sein, den betreffenden Preiscourant der Schmidt'schen Fabrik hiernach abzudrucken, wobei bemerkt werden mag, dass der Wagen unserer Abbildungen der Nr. 16 angehört, also seine Tragfähigkeit 72 Centner ist.

Preise der
Oekonomie- oder Wirthschaftswagen von J. J. Schmidt in Erfurt.

Die Ziffern der Horizontalreihe am Kopfe der Tabelle beziehen sich auf folgende Gegenstände:

1) Preis der Wagen ohne Hemmvorrichtung.
2) Preis für eine an der Langwinde angebrachte Hemmschraube nebst Schleifbaumketten.
3) Preis einer Hemmvorrichtung nebst Schleifbaum mit Klötzen; die Winde vorn an der rechten oder linken Leiter angebracht;
4) Desgleichen, jedoch die Winde hinten an der Langwinde angebracht.
5) Preis der Austafelung nebst Giebeln incl. Beschlag und Oelfarbeanstrich; für den Boden nebst Leisten mit Mutterschrauben befestigt;

Theile und Benennungen besprochen und erörtert haben, wozu die Figuren 61 bis 66 benutzt werden mögen, welche nach einer hannoverschen Sechspfünder Laffette mit 5 Fuss hohen Rädern in $1/_{12}$ wahrer Grösse gezeichnet sind.

Wie alle besseren hölzernen Räder besteht auch das hier abgebildete Rad aus drei Hauptheilen, nämlich Nabe A, Speichen f und Felgen i.

Der mittlere, dickere Theil ab der Nabe Fig. 61, in welchen die Speichen f hineingetrieben sind, wird der Busch oder der Haufen genannt, die Löcher c für die Speichen die Speichenlöcher oder Stemmungen, welche letztere durch den Busch ganz hindurchgehen. Der vordere Theil bF der Nabe heisst Röhre, der hintere Theil aD der Stoss. Die Aushöhlung der Nabe der Länge nach heisst Nabenbohrung.

Jede Speiche (Fig. 64 im Dҿtail) besteht aus dem Mittelstücke f, dem Zapfen g[1]) und dem Blatte h. Aus nachher zu besprechenden

6) Desgleichen und überdies für die Seitentafeln nebst Giebeln incl. Beschlag.
7) Gewicht der Achsen und Radreifen mittleren Durchschnitts; pro Stück Achse.
8) Gewicht desgleichen, jedoch pro Stück Radreif.
9) Tragfähigkeit des Wagens unter Garantie.

Nr.	1	2		3		4		5		6		7	8	9
	Thlr.	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.	Z. ℔	Z. ℔	Ctr.
1	16	—	—	—	—	—	—	—	11	2	8	8	4	5
2	19	—	—	—	—	—	—	—	15	2	16	10	5½	7
3	22	—	—	—	—	—	—	—	20	2	25	12	7	9
4	25	—	—	—	—	—	—	—	25	3	9	15	9	11
5	28	—	—	—	—	—	—	1	—	3	19	18	11½	13
6	34	1	3	3	15	1	24	1	6	3	27	21	14	16
7	37	1	4	3	27	1	26	1	12	4	14	26	17½	19
8	41	1	5	4	9	1	28	1	18	4	24	31	22	22
9	45	1	6	4	21	2	—	1	24	5	5	36	26	26
10	50	1	7	5	3	2	3	2	—	5	27	42	31	32
11	57	1	12	—	—	2	4	1	24	6	9	48	36	38
12	63	1	13	—	—	2	6	1	28	6	21	54	40	44
13	69	1	24	—	—	2	18	2	3	7	16	60	45	50
14	75	1	25	—	—	2	20	2	8	7	28	68	49	57
15	81	2	6	—	—	3	2	2	13	8	11	75	54	64
16	88	2	7	—	—	3	4	2	18	9	9	83	58	72
17	95	2	20	—	—	3	19	2	23	9	23	92	63	80
18	102	2	21	—	—	3	21	2	28	10	7	100	68	88
19	109	3	2	—	—	4	3	3	3	10	29	110	74	98
20	116	3	3	—	—	4	5	3	8	11	13	120	80	110

1) Bei Räderfuhrwerken zu friedlichen Zwecken gestaltet man (gewöhnlich) das obere Speichenende so, dass der Zapfen g in die Mitte zu stehen kommt.

Gründen stehen die Speichen nicht normal auf der Nabenachse, sondern schief und zwar so, dass sie nach aussen hin geneigt sind und weshalb auch die Nabe eine solche Länge bekommen muss, dass ein Perpendikel von dem oberen

Fig. 61.

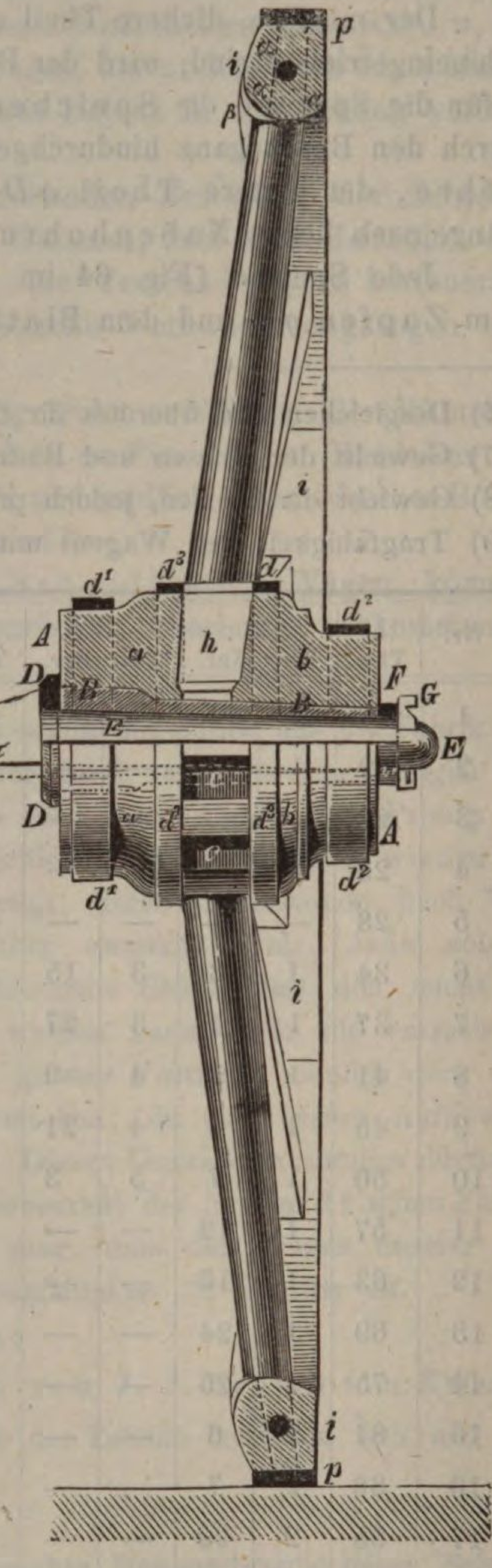
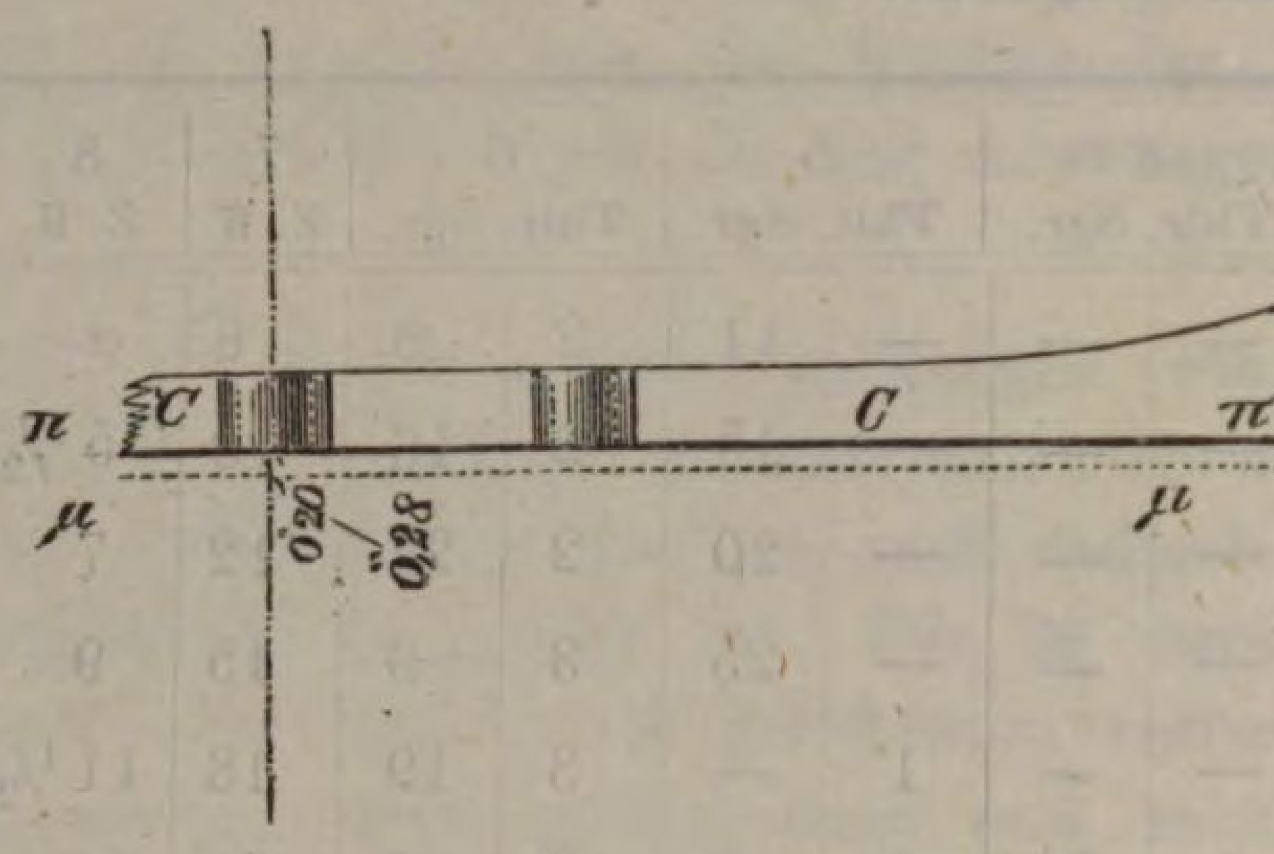
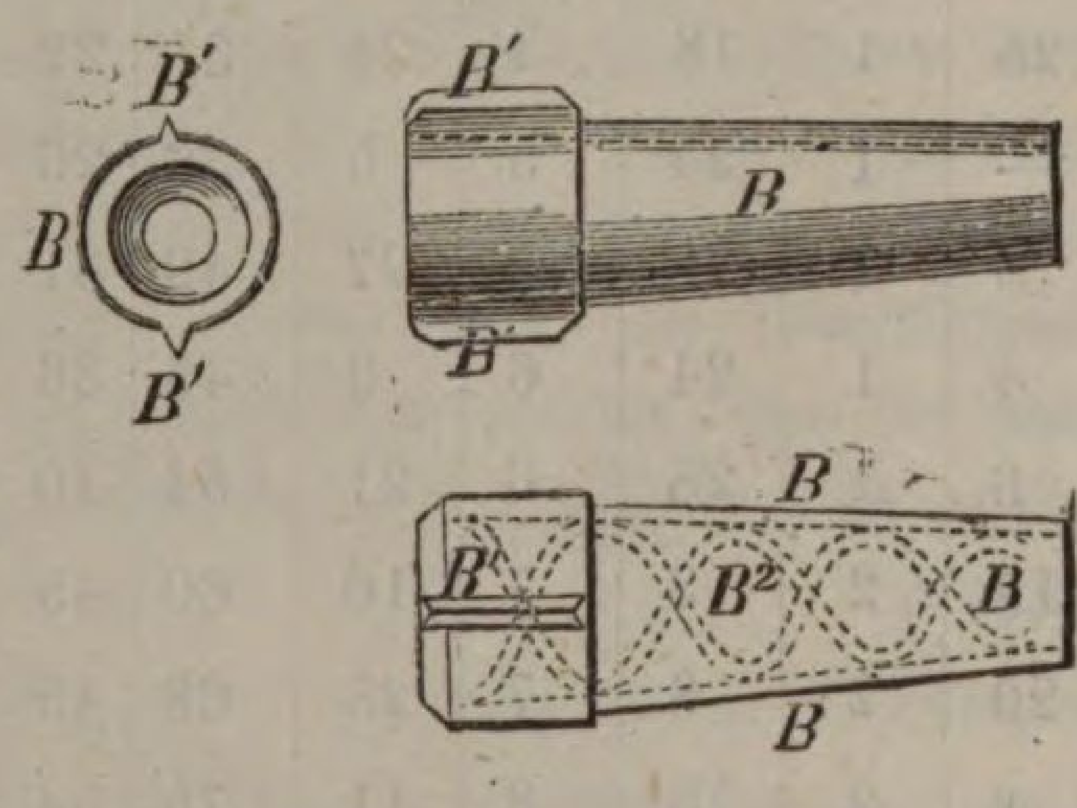



Fig. 62.

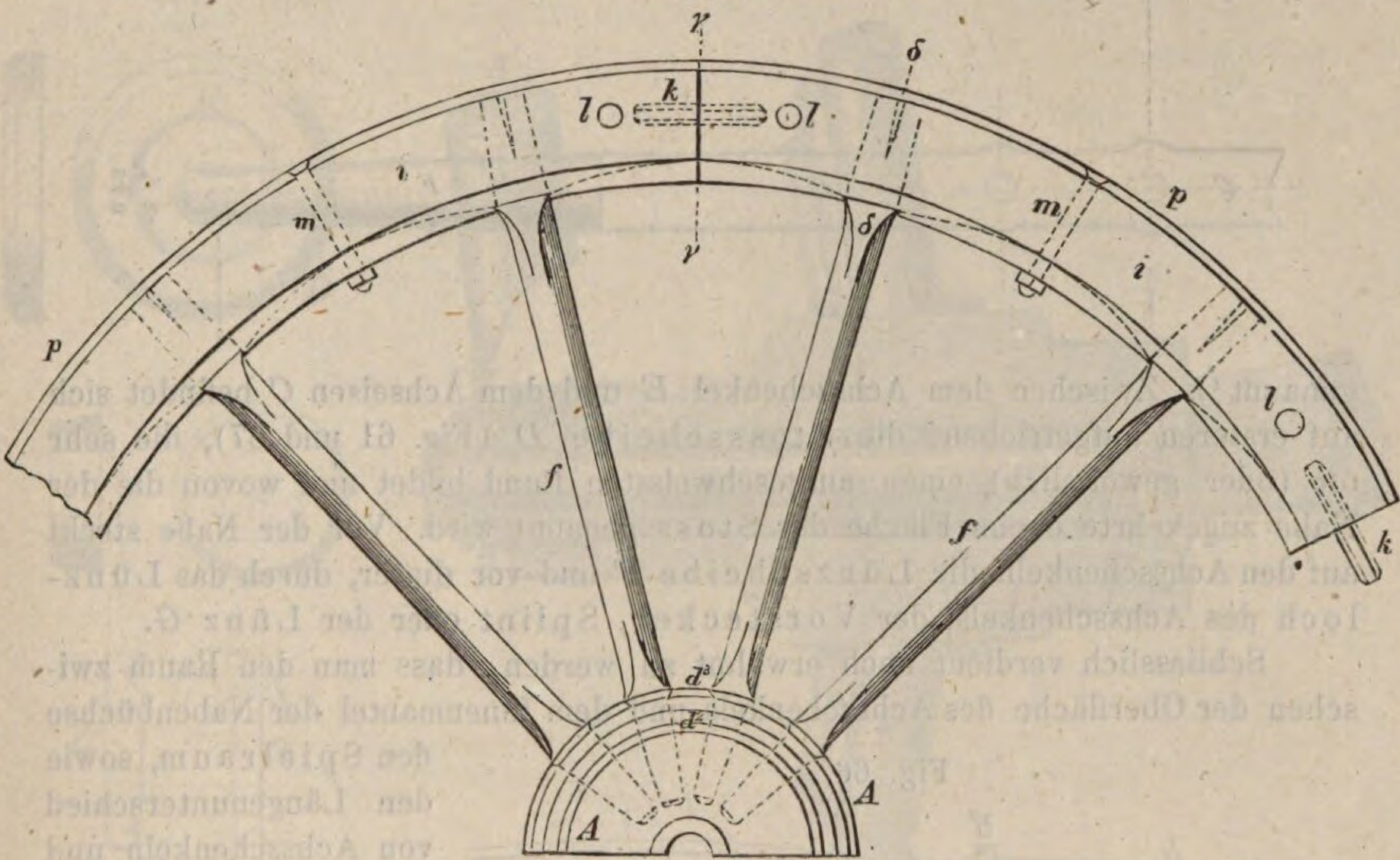


Theile des Rades, ungeachtet aller Seitenbewegungen, noch stets durch die Nabe geht.

Diese Ueberlehnung der Speichen nach der äusseren Seite (Fig. 61) hin wird die Stürzung oder der Sturz genannt. Gewöhnlich beträgt sie auf jeden Fuss des Halbmessers 1 bis 1½ Zoll, und wird mit dem Gebrauche der Räder allmälig schwächer.

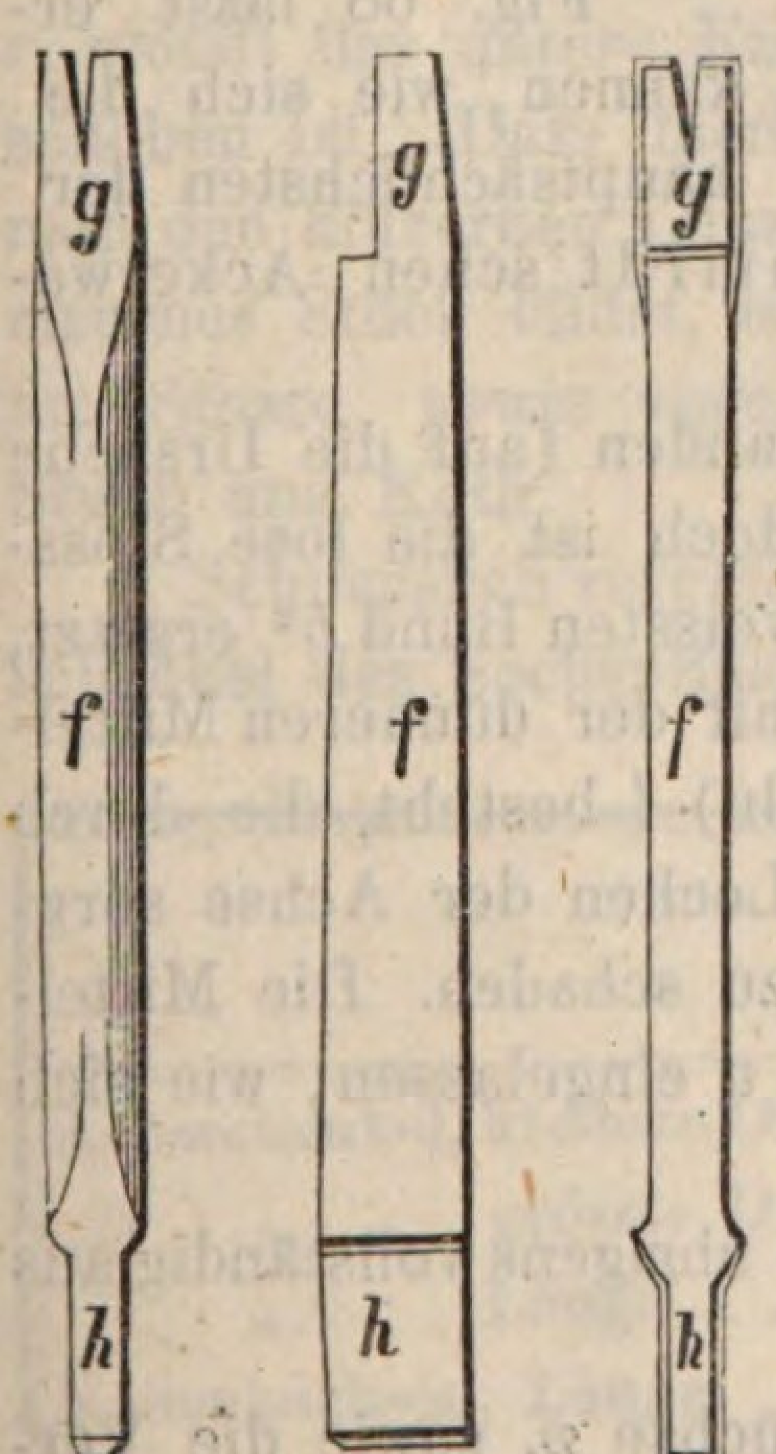
Die Felgen *i* ohne den Beschlag oder **Reifen** *p* bilden den **Kranz** oder **Ring** des Rades. Eine Nabe mit eingetriebenen Speichen ohne Felgen nennt man Radbock. Das Auftreiben der Felgen heisst das **Ringen** des Rades.

Fig. 63.



Je zwei Felgen sind mit einem hölzernen Zapfen *k* (Fig 63) verbunden, der innere überspähnige Theil an den Enden der Felgen wird **Hasen** genannt.

Fig. 64.



Die Bolzen *m* zur Befestigung des Reifens auf den Felgen nennt man **Radbolzen**.

Um das Spalten der Felgen zu verhüten, befindet sich an jedem Ende derselben ein sogenanntes Felgenniet *l* (Fig. 63). Vorn und hinten ist die Nabe mit eisernen Bändern d^2 und d^1 versehen (den vorderen und hinteren Nabenbändern). Liegen solche Bänder vor und hinter den Speichen wie d^3, so heissen sie **vordere** oder **hintere Buschbänder**. Das Auftreiben der Bänder wird das **Binden der Nabe** genannt.

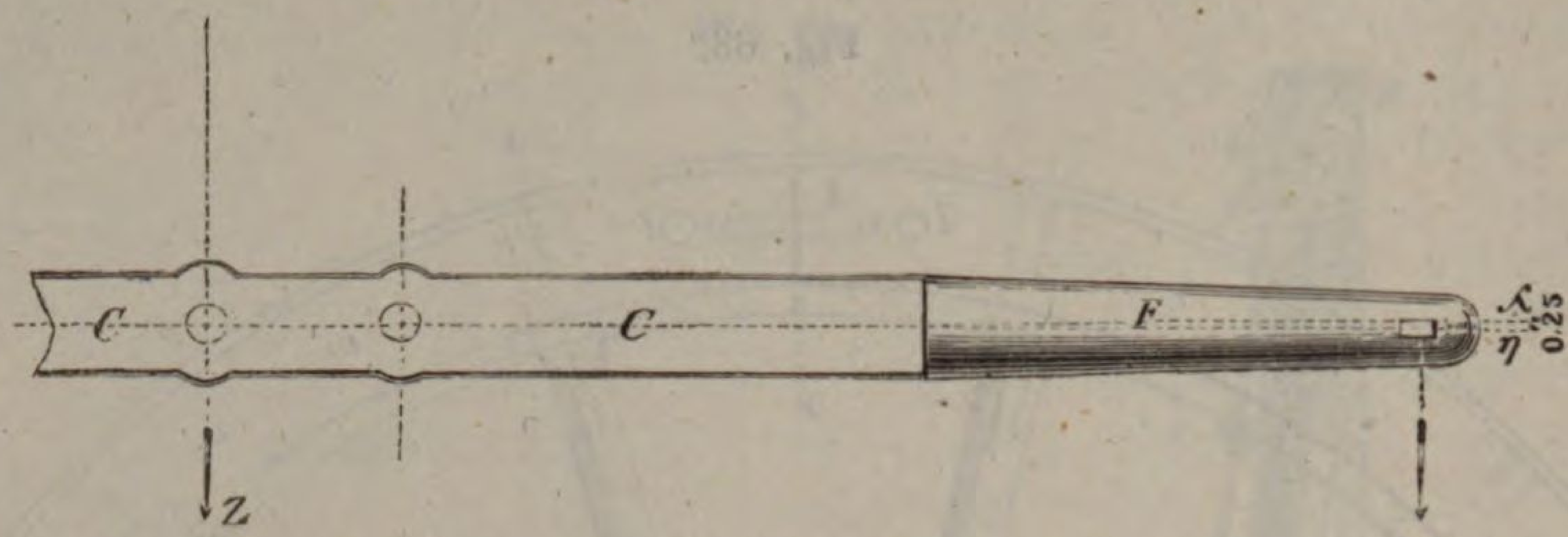
In der Nabe befindet sich zur Lagerung der Radachse die ganz hindurchgehende eiserne (selten bronzene oder messingene) **Nabenbüchse** *B* (Fig. 62).

Die schraubenförmigen Vertiefungen B^2 (hier eine zweigängige Schraube) in der Mitte der Büchse dienen zur Aufnahme der Schmiere und heissen deshalb **Schmierkammern**, die keilförmigen Vorsprünge B^1 derselben aber **Nasen**.

Die eiserne Achse (Fig. 61 und 65) besteht aus der Mittelachse *C* und den beiden Achsschenkeln *E*. Die Neigung der Mittellinie der Achsschenkel

nach unten, d. i. $\pi\mu$ (Fig. 61) wird der Unterlauf (das Unterachsen), die abweichende Richtung $\lambda\eta$ derselben nach vorn (Fig. 65) aber der Vorderlauf

Fig. 65.



genannt[1]). Zwischen dem Achsschenkel *E* und dem Achseisen *C* befindet sich auf ersteren aufgetrieben, die Stossscheibe *D* (Fig. 61 und 67), die sehr oft (oder gewöhnlich) einen aufgeschweissten Bund bildet und wovon die der Nabe zugekehrte ebene Fläche der Stoss genannt wird. Vor der Nabe steckt auf den Achsschenkeln die Lünzscheibe *F* und vor dieser, durch das Lünzloch des Achsschenkels, der Vorstecker, Splint oder der Lünz *G*.

Schliesslich verdient noch erwähnt zu werden, dass man den Raum zwischen der Oberfläche des Achsschenkels und dem Innenmantel der Nabenbüchse den Spielraum, sowie den Längenunterschied von Achsschenkeln und Nabe zwischen Stossscheibe (Stoss) und Lünz (Achsmutter) den Anlauf zu nennen pflegt.

Fig. 66.

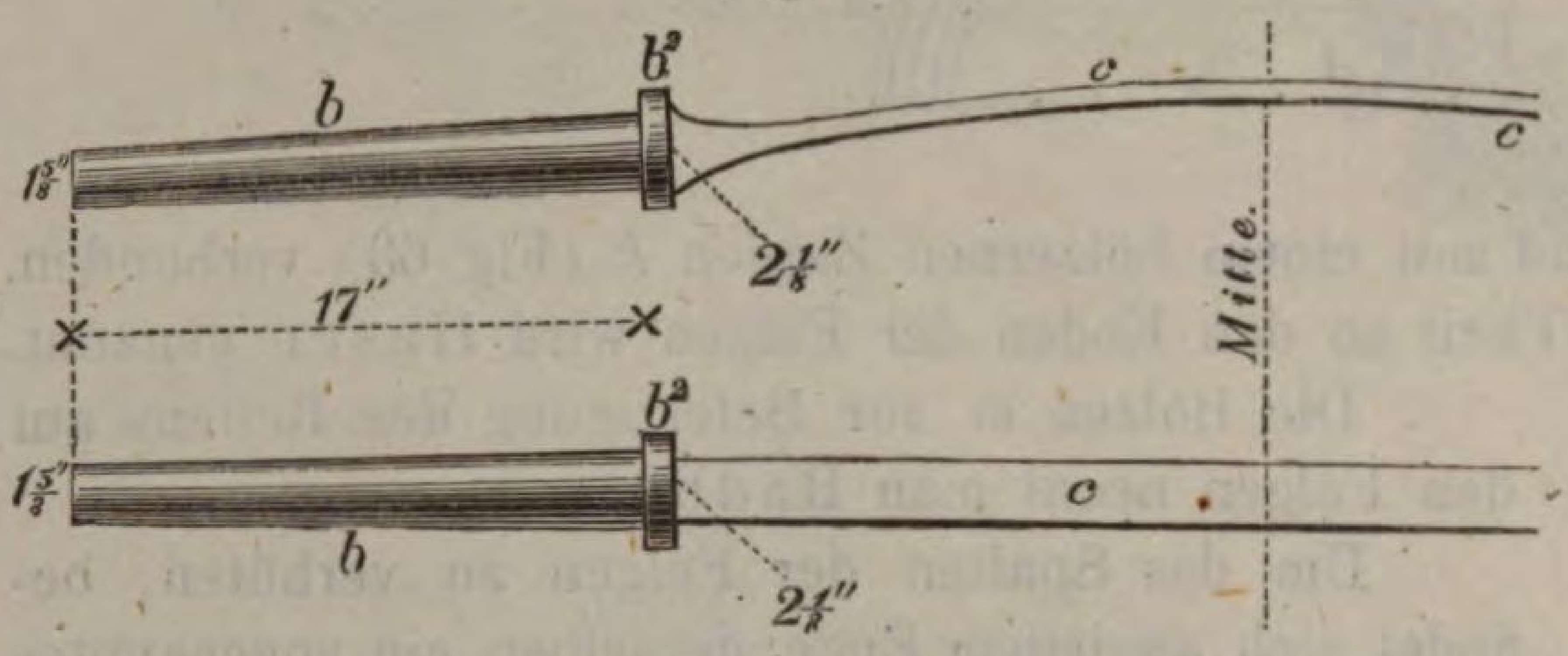


Fig. 68 lässt erkennen, wie sich die hauptsächlichsten der zuletzt besprochenen Rad- und Achsentheile am Schmidt'schen Ackerwagen (Fig. 57 bis 60) gestalten.

Auch hier ist ein conischer Achsschenkel *b* vorhanden (auf die Ursache dieser Form kommen wir nachher speciell zurück), jedoch ist die lose Stossscheibe *D* (Fig. 61 und 67) durch einen fest aufgeschweissten Bund b^2 ersetzt, ferner erkennt man die Verbindung des Achsholzes *v* mit der dünneren Mittelachse *c*, welche aus sechs eisernen Bändern (Achsbügeln) *l* besteht, die durch Schrauben gehörig gehalten werden, wobei man jedes Lochen der Achse sorgfältig vermeidet, um der erforderlichen Festigkeit nicht zu schaden. Die Mittelachse *c* ist dabei zum grössten Theile in das Achsholz *v* eingelassen, wie sich aus dem Vergleiche von Fig. 68 mit 66 ergiebt.

Gestalt und Abmessungen der ganzen Achse erhellen übrigens vollständig aus der Detailfigur 66.

Die Nabe *q* mit der ausgedrehten gusseisernen Büchse *p*, sowie die Ver-

1) Später kommen wir auf Unterlauf und Vorlauf ganz speciell zurück.

bindung der ersteren mit den Speichen *t* etc. bedürfen ebenfalls keiner besonderen Erklärung.

Mit besonderer Sorgfalt hat man die Reibungsflächen zwischen Achsschenkel und Büchse vor Schmutz gesichert, indem man auf das äusserste

Fig. 67.

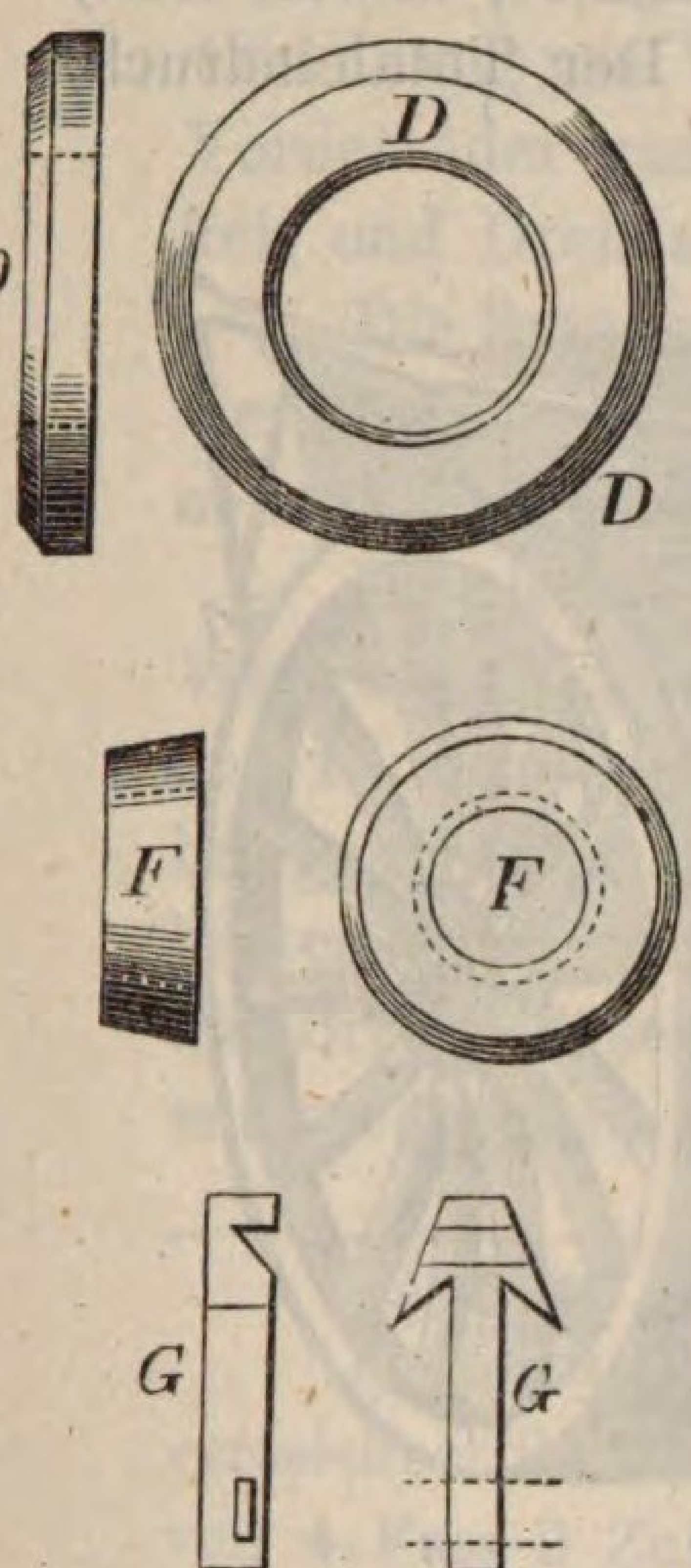
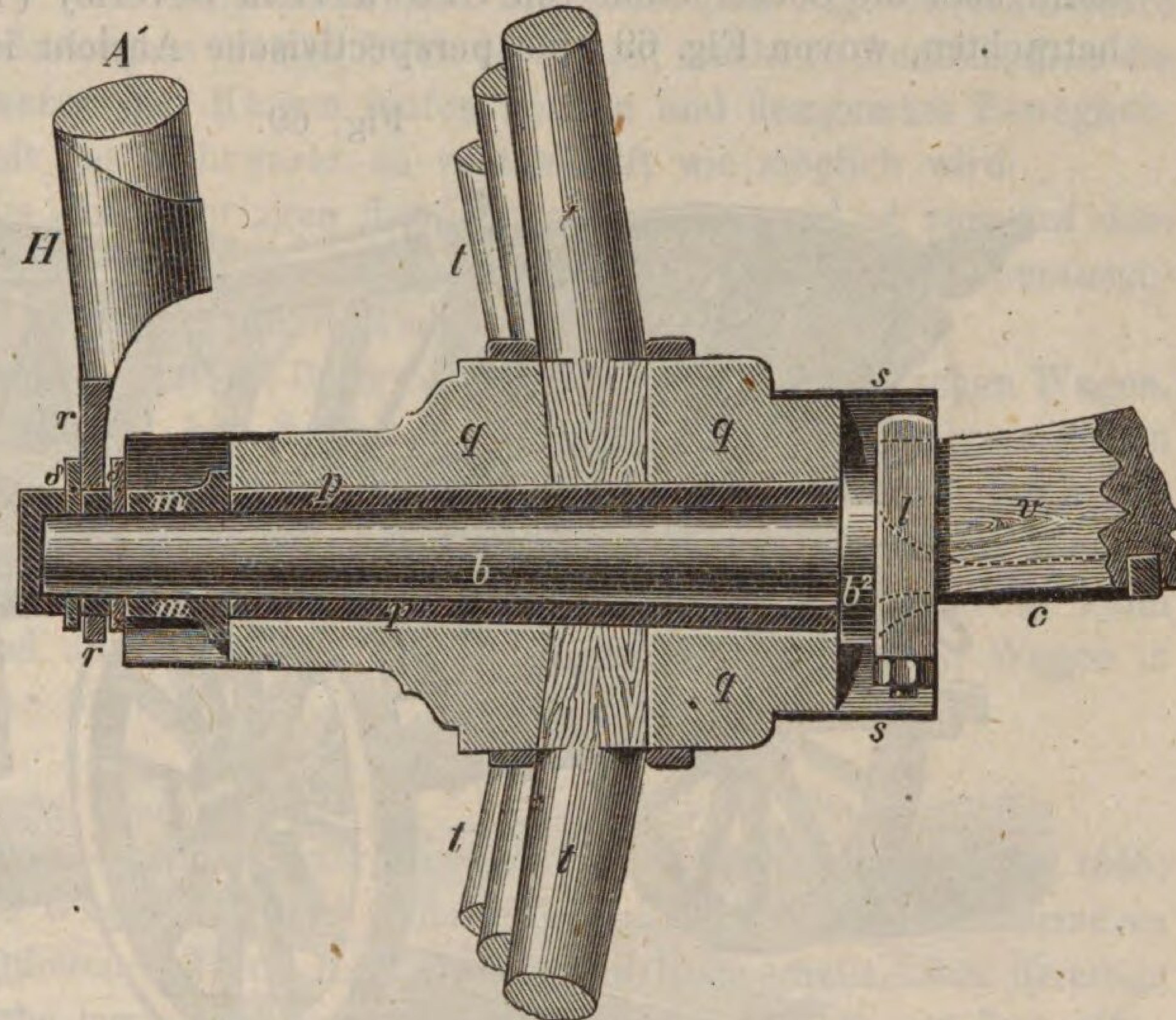


Fig. 68.



Schenkelende eine ebenfalls gut ausgedrehte eiserne Büchse *m* schob und deren Lage durch zwei Vorsteckstifte *δ* möglichst unveränderlich machte. Hierdurch erreichte man aber auch zugleich eine vortheilhafte Aufnahme des Ringes *r*, womit das untere Ende des Lünzstakens *A* über das Achsschenkelende geschoben ist. Dass hierbei gedachter Ring *r* mit der Beschlägehülse *H*, worin man den hölzernen Lünzstaken befestigt hat, ein zusammenhängendes schmiedeeisernes Stück bildet, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Blechkappen *s* hinten am Stosse, sowie vorn über der Büchse *m* bilden fernere Schutzmittel gegen Staub und Koth.

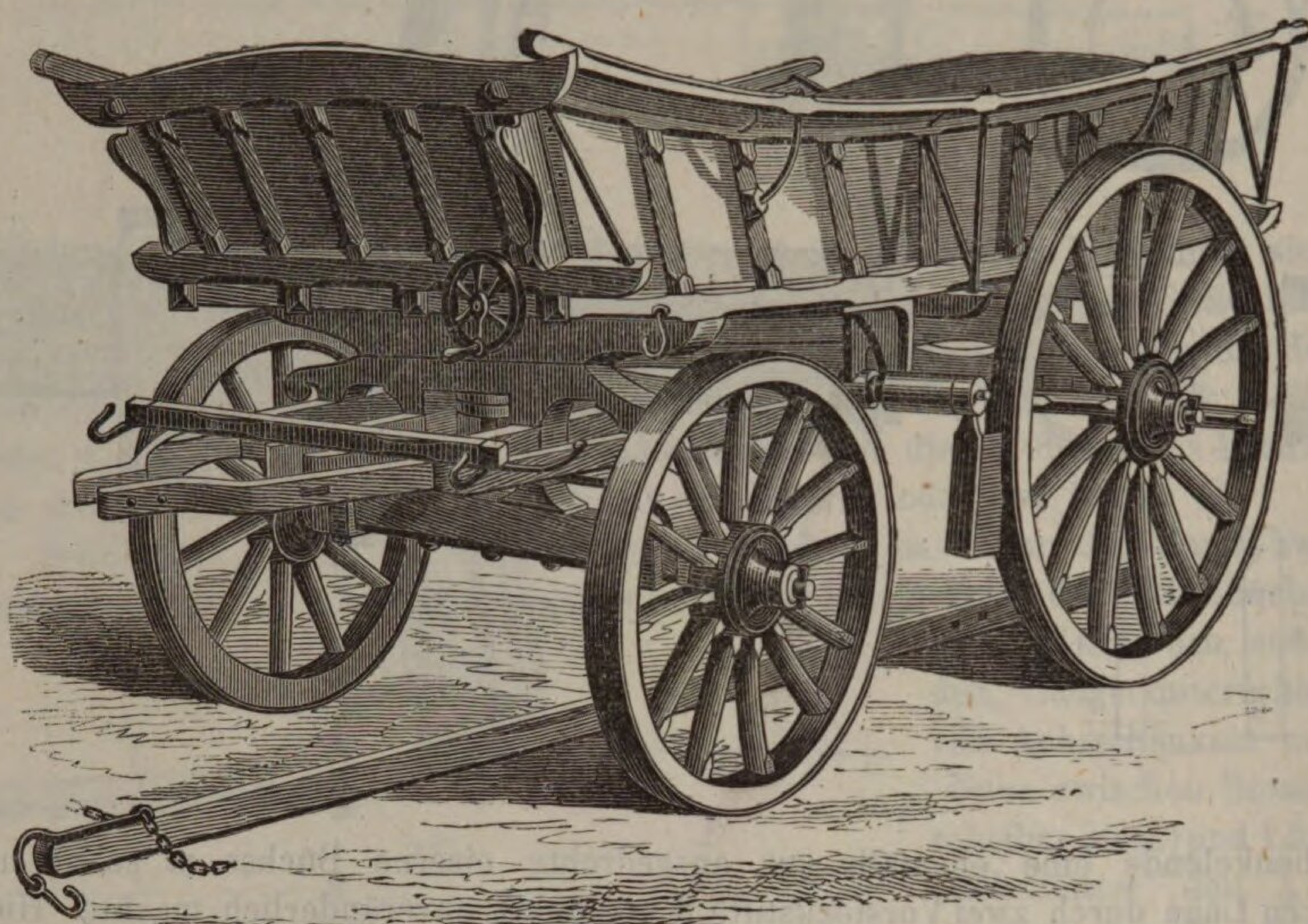
Schliesslich vergleichen wir noch die Belastungen und Dimensionen der Achsschenkel des Sechspfünderrades mit denen des Schmidt'schen Ackerwagens.

	Sechs-pfünder.	Schmidt'-scher Acker-wagen.	Bemerkungen.
Achsschenkel, kleinste Dicke	$1^3/_4$ Zoll	$1^5/_8$ Zoll	Jedes Rad am Sechspfün-
„ grösste Dicke	$3^3/_4$ „	$2^1/_8$ „	der wiegt circa 190 Pfd.
„ Länge	$16^3/_{16}$ „	17 „	Das Eigengewicht des
Nabenbüchsen, Länge . . .	13 „	13 „	Schmidt'schen Wagens
Belastung einer Achse oder			beträgt 14 Ctnr. 64 Pfd.
beider Achsschenkel . . .	13,2 Ctnr.	36 Ctnr. Tragfähigk.	

Die Ursache der verhältnissmässig geringen Belastung der Sechspfünderachse liegt darin, dass sich Geschütze auf sehr schlechtem Terrain mit grösstmöglicher Geschwindigkeit bewegen müssen, da sie Stössen und Erschütterungen Widerstand zu leisten haben wie kein anderes Fuhrwerk.

Als Repräsentanten englischer vierrädriger Ackerwagen (Farm-Waggons) kann man die Construction von Croskill in Beverley (Yorkshire, unweit Hull) betrachten, wovon Fig. 69 eine perspectivische Ansicht ist. Der Totaleindruck,

Fig. 69.



den dieser zweispännige Wagen auf den ersten Blick macht, ist zwar der von Plumpheit und Schwerfälligkeit, indess finden sich an demselben auch manche empfehlenswerthe Einzelheiten [1]).

Zunächst sind die hölzernen Räder [2]) mit eisernen Naben aus Schaalenguss von ungewöhnlicher Härte hervorzuheben und besonders zu bemerken, dass zur Herstellung dieser Räder (mittelst Maschinen) ein so rationeller fabrikmässiger Process eingeleitet ist, dass sie als das Vollendetste ihrer Art nach Construction und Arbeit betrachtet und deshalb alljährlich zu Tausenden nach allen Weltgegenden versandt werden.

Ferner ist das Radgestell ohne Langbaum construirt und wird deshalb die Vereinigung von Vorder- und Hinterwagen lediglich durch den kräftigen 10

1) Specieller beschrieben in Hamm, Die landwirthschaftl. Geräthe und Maschinen Englands. 2. Aufl., S. 450 und 502. Lesenswerthes über denselben Gegenstand findet sich auch bei Burn-Stephens, The Book of Farm Implements and Machinery §. 1447 (The English Farm-Waggon) und in Morton's A Cyclopedia of Agriculture, Art. „Carriages“ (p. 400 ff.).

2) Die Vorderräder sind in der Regel 3 Fuss 4 Zoll hoch, die Hinterräder 4 Fuss 9 Zoll; erstere haben 12, letztere 14 Speichen.

bis 12 Fuss langen und 3 bis 4 Fuss breiten Kasten bewirkt. Letzterer ist längs seiner oberen Seitenränder mit starken Stangen (Ueberladsparren) versehen, die, durch eiserne Ständer und Streben gestützt, dazu dienen, eine Ausladung zu schaffen, um grössere oder umfänglichere Lasten aufnehmen zu können, als dies ohne eine derartige Anordnung möglich sein würde.

Das Weglassen des Langbaums und die sonst aus Fig. 69 erkennbare Anordnung von Vorderwagenschemel, Drehscheit etc., macht es thunlich, dass die Vorderräder ganz unter den Kasten laufen können und demgemäss Beweglichkeit und Drehbarkeit des Fuhrwerks so vortheilhaft wie möglich wird.

Die Sprengwage zum Anbringen der beiden Zugschwengel ist vorn auf dem vierarmigen Drehscheite befestigt. Die zugehörige Deichsel liegt herausgenommen in unserer Abbildung unter dem Wagen.

Eine letzte Specialität ist die Bremsanordnung der Croskill'schen Wagen. Wie aus Fig. 69 erhellt, hat derselbe eine sogenannte Backenbremse (an den Hinterrädern wirksam), deren Bewegung dem Gespannführer, durch Anbringung eines in unserer Abbildung vorn über dem Wendeschemel am Wagenkasten sichtbaren Steuerrades, handrecht gemacht ist. Der Fahrknecht kann die Bremse lösen und anziehen, während er an der Langseite dem Wagen in entsprechender Weise folgt[1]).

1) Ein dem Verfasser vorliegender Croskill'scher Preiscourant (von 1865) verzeichnet Räder und Wagen mit Vorderrädern von 3 Fuss 4 Zoll und Hinterrädern von 4 Fuss 9 Zoll Durchmesser wie folgt, woraus zugleich erhellt, dass derartige Fuhrwerke für deutsche landwirthschaftliche Verhältnisse viel zu theuer sind. (Man vergleiche damit die S. 66 f. mitgetheilten Preise der Wagen von Schmidt in Erfurt.)

1. Ein Satz Räder und Achsen.

Radreifenbreite.	Ladungsfähigkeit 3 Tons = 60 Centner.	Ladungsfähigkeit 4 Tons = 80 Centner.	Ladungsfähigkeit 6 Tons = 120 Centner.	Bemerkungen.
2 Zoll	13 £			Die Dicke der Radreifen
2¼ „	13 £ 10 ß			beträgt ¾ Zoll bei 3 und 4
2½ „	14 £	16 £		Tons Ladungsfähigkeit, da-
2¾ „	14 £ 10 ß	16 £ 10 ß		gegen ⅞ Zoll bei 6 Tons
3 „	15 £	17 £	18 £	Ladungsfähigkeit.
3½ „	15 £ 15 ß	17 £ 15 ß	18 £ 15 ß	Die Achsschenkelstärke
4 „	16 £ 10 ß	18 £ 10 ß	19 £ 10 ß	wächst mit der Ladung von
4½ „	17 £ 10 ß	19 £ 10 ß	20 £ 10 ß	2 bis 3 Zoll.
5 „	19 £	21 £ 10 ß	22 £ 10 ß	
6 „	20 £ 10 ß	23 £ 10 ß	24 £ 10 ß	

2. Ganze Wagen.

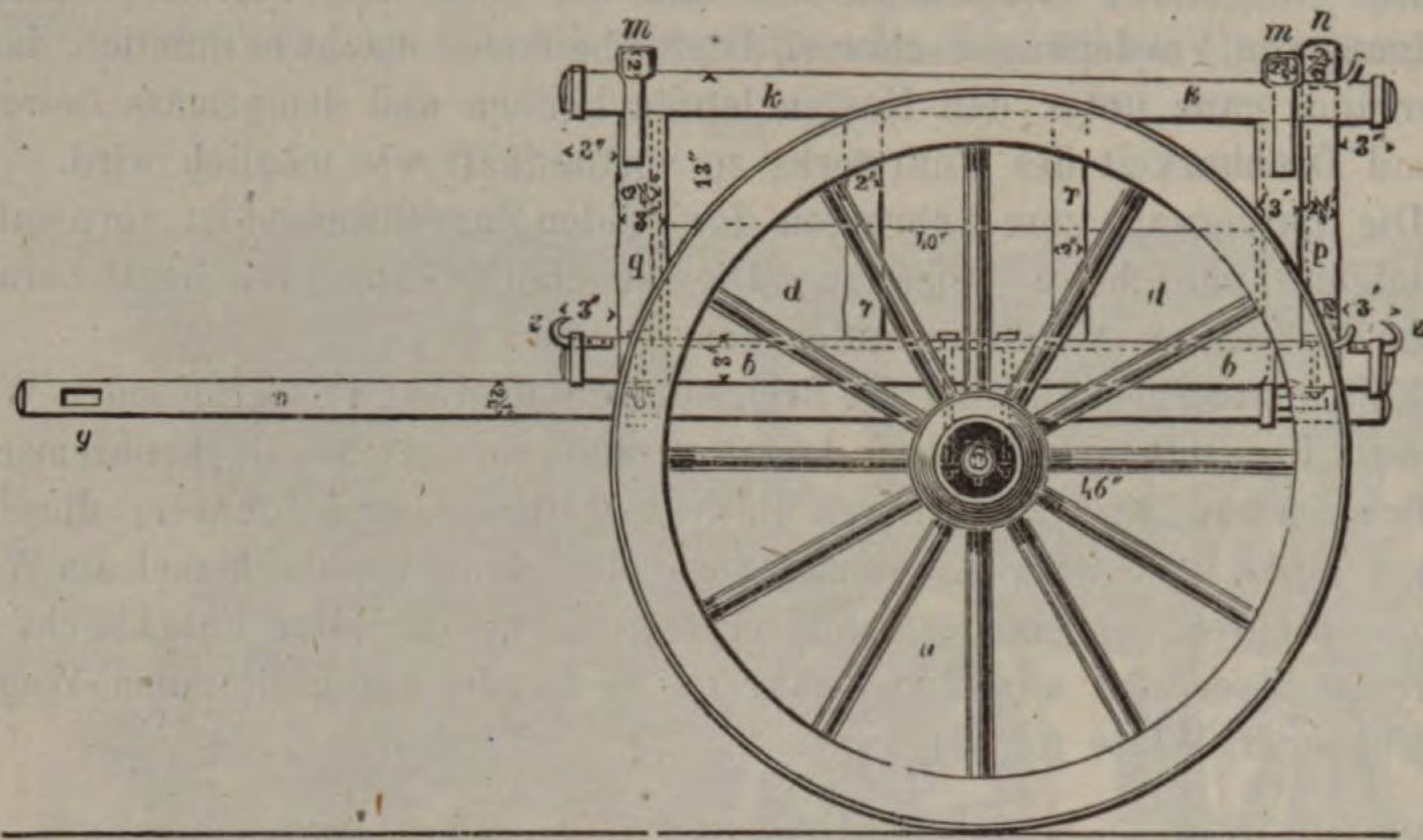
Für Ladungen von 3 Tons = 60 Centner: 29 £ 10 ß.

„ „ „ 4 bis 5 Tons = 80 bis 100 Centner: 34 £ 10 ß.

„ „ „ 6 Tons = 120 Centner: 37 £ 10 ß.

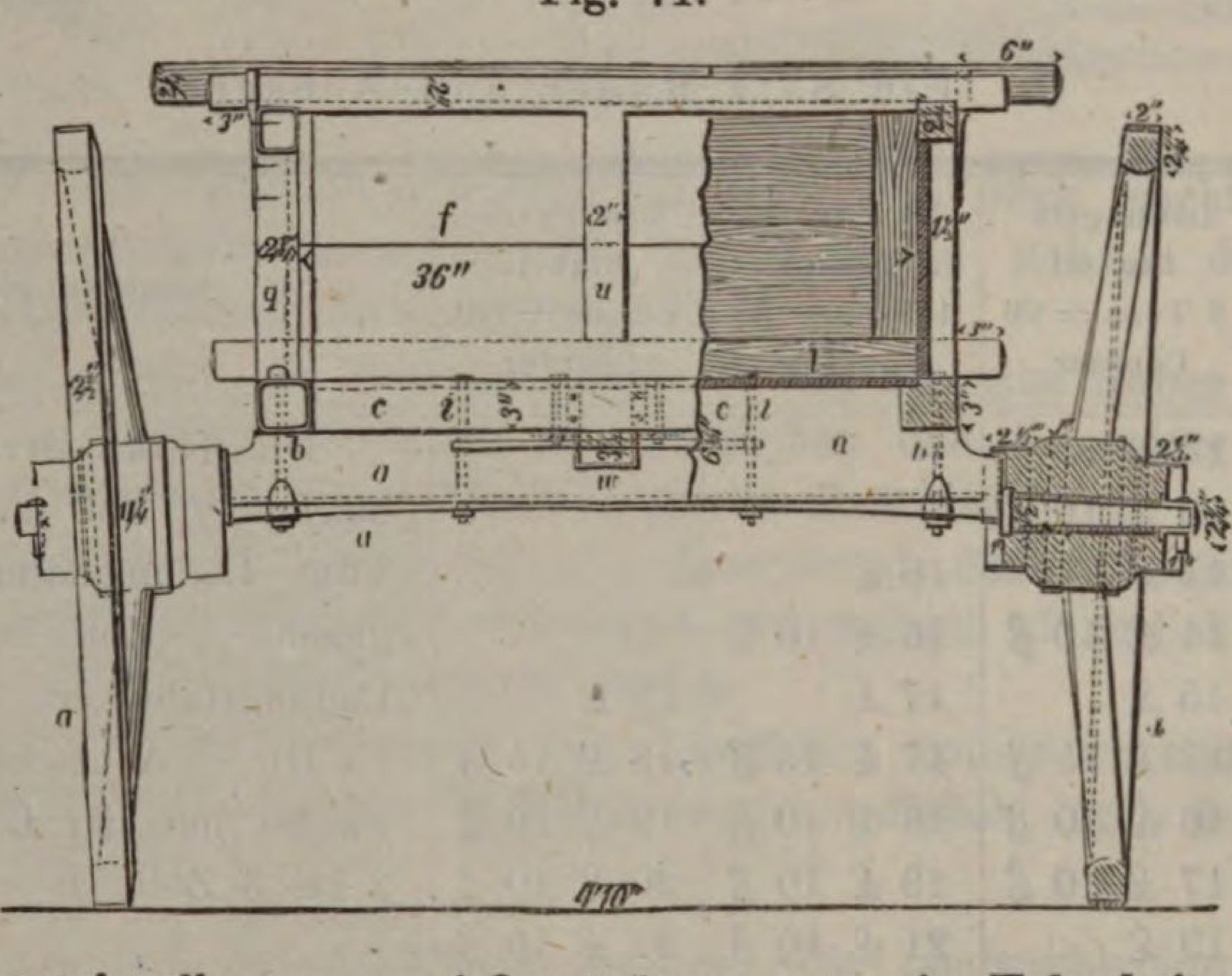
Zum Repräsentanten eines zweirädrigen Lastfuhrwerkes oder eines Karrens wählen wir den Fig. 70 bis 72 in circa $^1/_{29}$ der wahren Grösse abgebildeten Handkarren [1]), welcher sich beim Erdtransporte des Baues hannoverscher Eisenbahnen und zwar beim Laufen auf Holzbohlen überall bewährt hat.

Fig. 70.



Das Untergestell, aus Rädern, Achse und Achsholz bestehend, wird nach dem Vorhergehenden keiner Erörterung bedürfen. Dagegen ist zu bemerken, dass das Obergestell aus einem Kasten besteht, welcher gebildet wird aus vier Langträgern, nämlich zwei Unterbäumen *bb*, zwei Oberbäumen *kk*, ferner

Fig. 71.

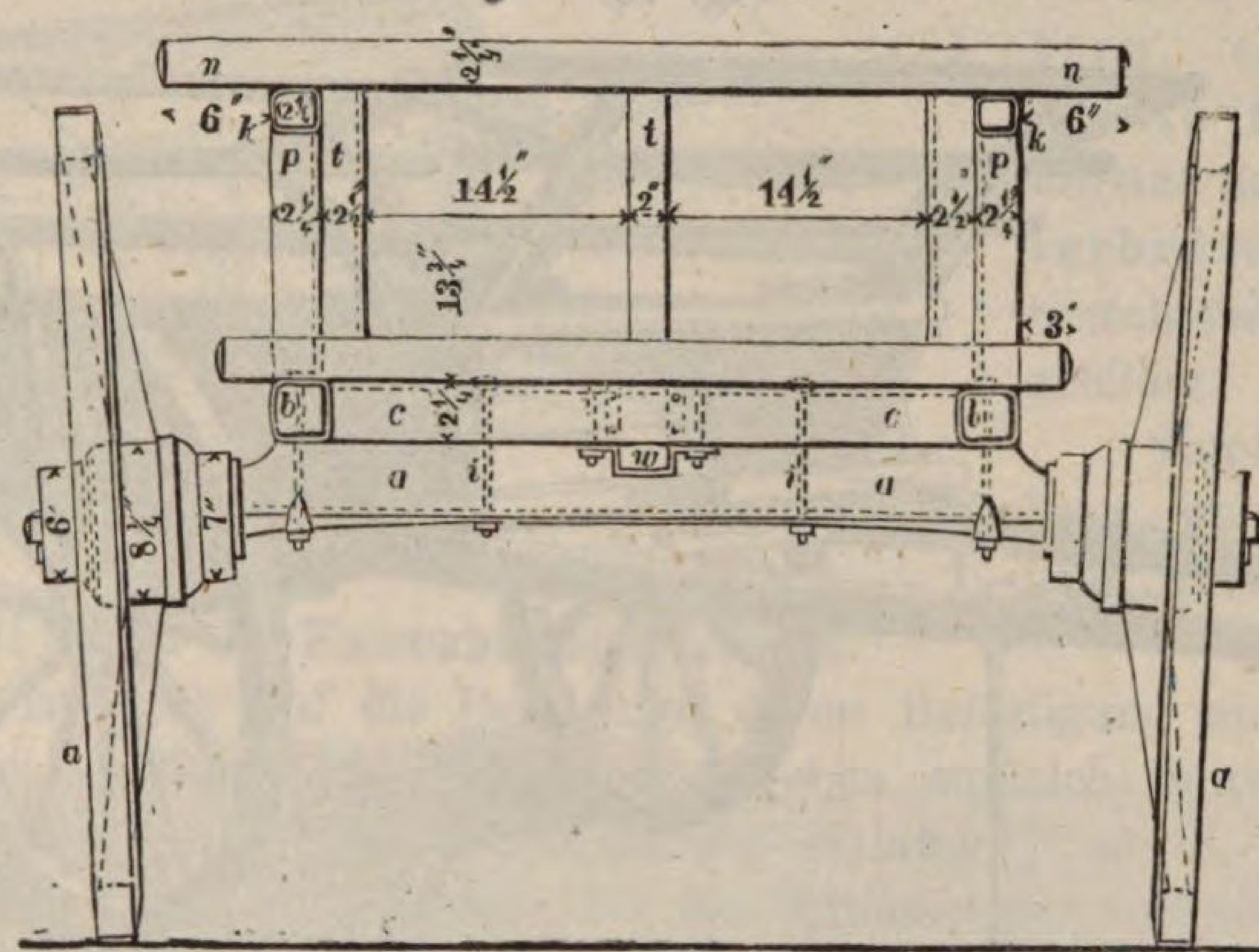


aus zwei Querschwellen *cc*, zwei Querträgern *mm*, vier Eckscheiten (*p* hintere, *qq* vordere), vier Mittelscheiten *rr* an den Seitenwänden *dd* und einer Scheite *u* an der Vorderwand, endlich aus einem sogenannten Schütt (bewegliche Hinter-

1) Nach Maassstab ausgeführte Zeichnungen anderer Lastkarren finden sich in den Musterzeichnungen von Möser und Fink, Darmstadt 1848, Taf. 386.

wand zum Oeffnen und Schliessen) mit drei Schüttscheiten *tt* und Ober- und Unterschüttriegel, wovon der erstere *nn* seitlich etwas weiter vorspringt als der Unterriegel, um das Anfassen beim Auf- und Niederschieben des Schütts zu erleichtern.

Fig. 72.



Die Deichselstange *v* läuft in zwei Bügeln *ww* und ist in letzteren derartig verschiebbar, dass man beim Wechseln des Zuges aus vorwärts nach rückwärts den Karren nicht erst umzukehren braucht. Für diesen Zweck ist auch jedes Deichselstangenende mit einer besonderen Scheite *yy* ausgestattet, sowie auch an den Querschwellen *cc* vorn und hinten Zughaken *zz* angebracht sind, um die ein Zugseil entsprechend befestigt wird. Der Durchmesser der Räder beträgt 4 Fuss 6 Zoll, die Achsschenkel haben $1^1/_4$ Zoll kleinste und $1^1/_2$ Zoll grösste Dicke und die Nabenbüchse $11^1/_4$ Zoll Länge.

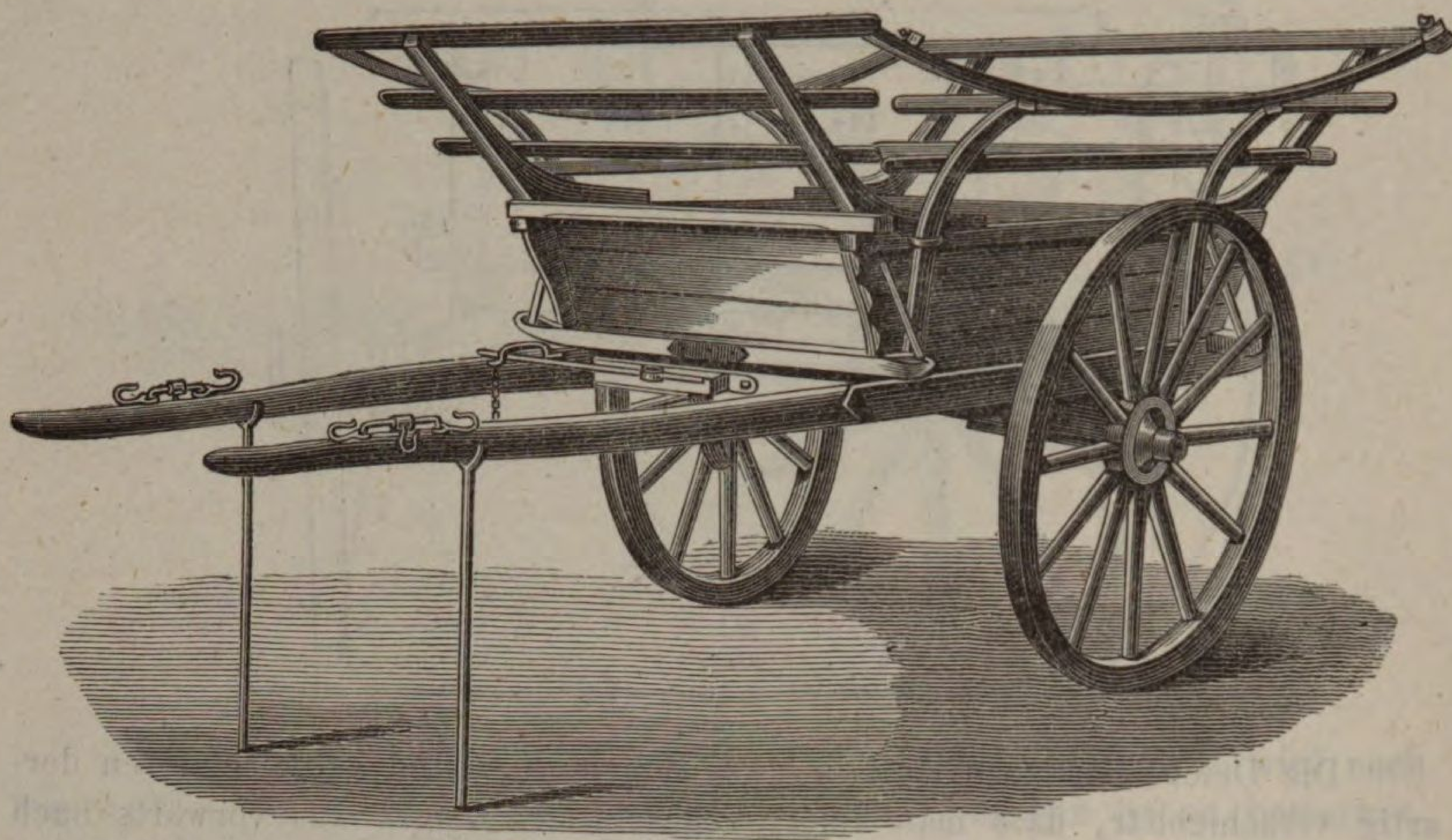
Schliesslich werde noch bemerkt, dass ein solcher Karren $10^1/_2$ bis 13 Cubikfuss hannov. Erde (je nach der Bodenart) fasst und die Transportgeschwindigkeit auf horizontaler Bahn $3^1/_2$ Fuss pro Secunde und bei Gefällen bis $^1/_{30}$ bis 4 Fuss Geschwindigkeit pro Secunde beträgt. Der Transport geschieht (bei Verwendung dieser Karren zu hannoverschen Eisenbahnbauten) auf Holzbohlenbahnen, wobei drei Mann einen Wagen bewegen. Für Aufenthalt beim Transporte am Auflade- und Abstürzorte werden für jede Fahrt $2^1/_2$ bis 3 Minuten gerechnet.

Fig. 73 zeigt noch einen sehr beliebten englischen Ackerkarren (für ein Pferd, welches in der Gabeldeichsel geht) aus der bereits erwähnten Croskill'schen Fabrik, dessen Ladungsfähigkeit dadurch bedeutend vergrössert ist, dass man über seinem Kasten sogenannte Ueberladeleitern (Raves) angebracht hat, welche denselben besonders zum Einfahren der Ernte geeigneter machen. Uebrigens ist der Kasten noch so angeordnet, dass er sich nach Lösen eines Zapfens aus einem Stellbogen vermittelst eines Hebels mit Handgriff (der vorn in Fig.

1) Sämmtliche Maasse sind hannoversche. 1 Fuss hannov. = 0,292 Meter = 0,930 Fuss preuss. = 0,958 Fuss engl.

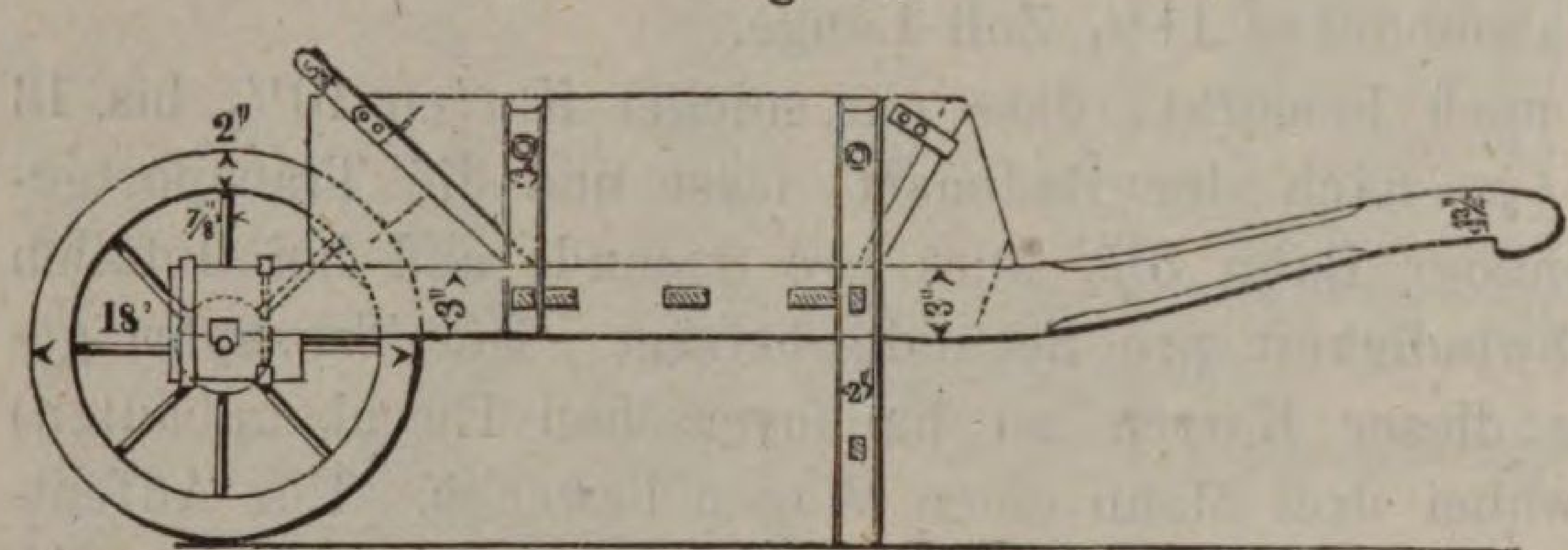
73 angegeben ist) [1]) nach hinten zu um eine Achse drehen kann, wodurch ein theilweises oder gänzliches Niederlassen (Umkippen) des Karrenkörpers möglich gemacht wird. Hinsichtlich hierher gehöriger Details muss auf die unten citirten Werke verwiesen werden [2]).

Fig. 73.



Zusatz. Zur Vervollständigung dessen, was im Vorherstehenden über Lastfuhrwerke mitgetheilt wurde, beschreiben wir noch einen Schiebkarren, Fig. 74 bis 77 (in $\frac{1}{24}$ wahrer Grösse abgebildet), welcher sich beim Baue der hannoverschen Eisenbahnen besonders bewährt hat und ursprünglich einem englischen Muster entlehnt ist [3]).

Fig. 74.



Es besteht ein derartiger Karren zunächst aus zwei Langbäumen (Karrenbäumen),

1) Die Croskill'schen (gegenwärtigen) Preise dieser einpferdigen Karren mit Ueberladeleitern sind folgende:

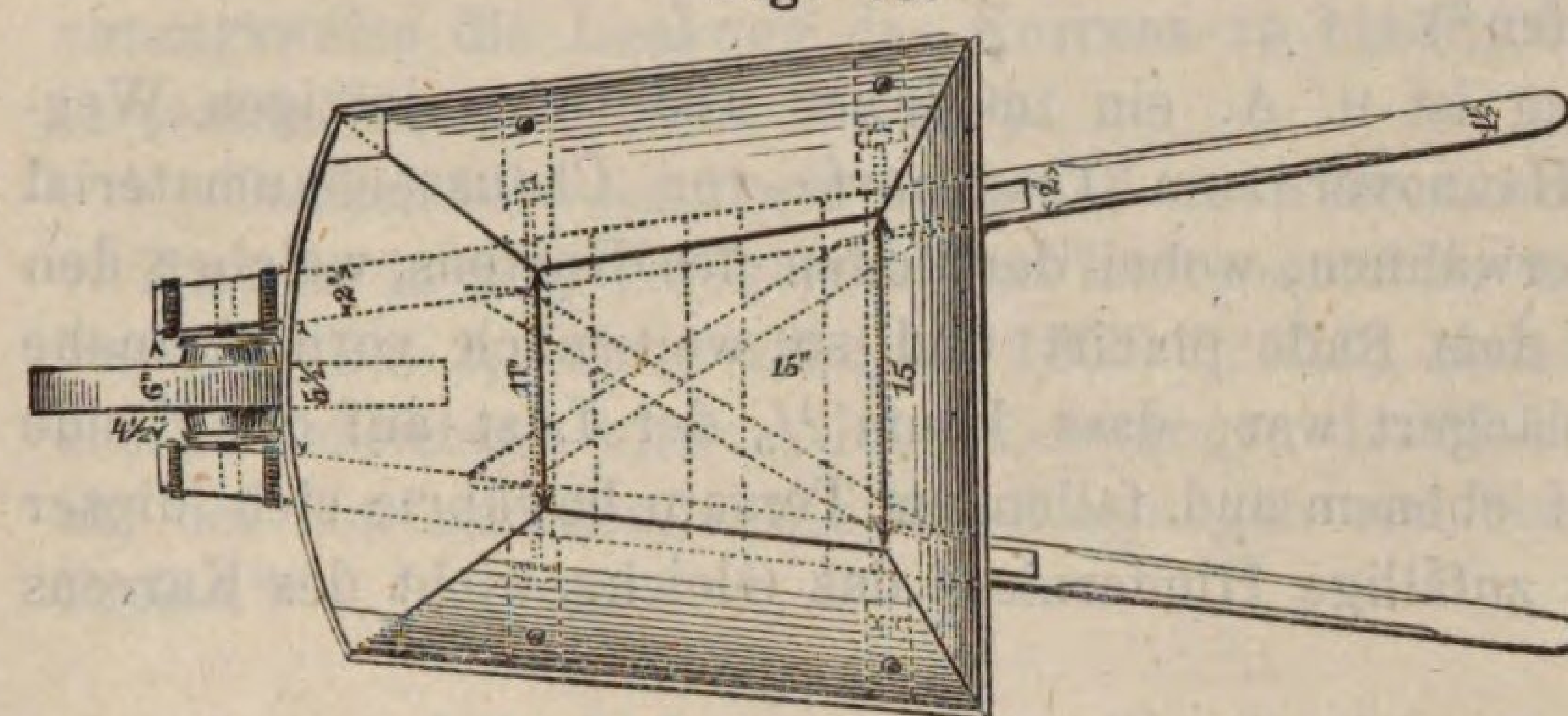
Leichte für 25 Ctnr. Ladungsfähigkeit mit Radreifen v.	$2\frac{1}{2}$ Zoll	bei $\frac{5}{8}$ Zoll:	14 £.
desgl. „ 25 „ „ „ „ „	4 „	„ $\frac{1}{2}$ „	14 £ 10 ß.
Schwere „ 30 „ „ „ „ „	$2\frac{1}{2}$ „	„ $\frac{3}{4}$ „	15 £.
desgl. „ 30 „ „ „ „ „	$4\frac{1}{2}$ „	„ $\frac{5}{8}$ „	16 £ 5 ß.

2) Dr. Hamm a. a. O. S. 473 und Moll, Encyclopédie Tome 4, p. 713: „Charrette Croskill".

3) Nach Maassstab ausgeführte Zeichnungen von noch anderen Schiebkarren und Schiebeböcken finden sich in den „Musterzeichnungen für Techniker etc." von Möser und Fink, Darmstadt 1848, Taf. 384.

deren äusserste Enden zugleich zum Anfassen (mit der Hand, Koppel, Tragband etc.) dienen, aus drei Bodenscheiten (in unseren Abbildungen als Rechtecke bemerkbar) und aus dem Rade, dessen Zapfen und Lager durch angeschrobene Knaggen gedeckt werden. Ferner wird der aufgesetzte Kasten oder pyramidale Trog aus zwei Seitenbrettern, einem Kopfbrette (über dem Rade) und aus einem Hinterbrette (dem Karrenschieber zugekehrt) gebildet.

Fig. 75.



Kopf- und Hinterbrett werden übrigens noch durch sogenannte Stützwinkel gegen die Karrenbäume verstrebt.

Endlich ist noch auf die Beine und deren Befestigung aufmerksam zu machen. Ihre Verlängerungen nach oben geben zugleich Seitenstützen der Wandbretter ab (Fig. 76 im Durchschnitte sichtbar), sowie zwei fernere Stützen für die Seitenbretter vorhanden sind, deren Anordnung aus der Durchschnittsfigur 77 erhellt [1]).

Fig. 76.

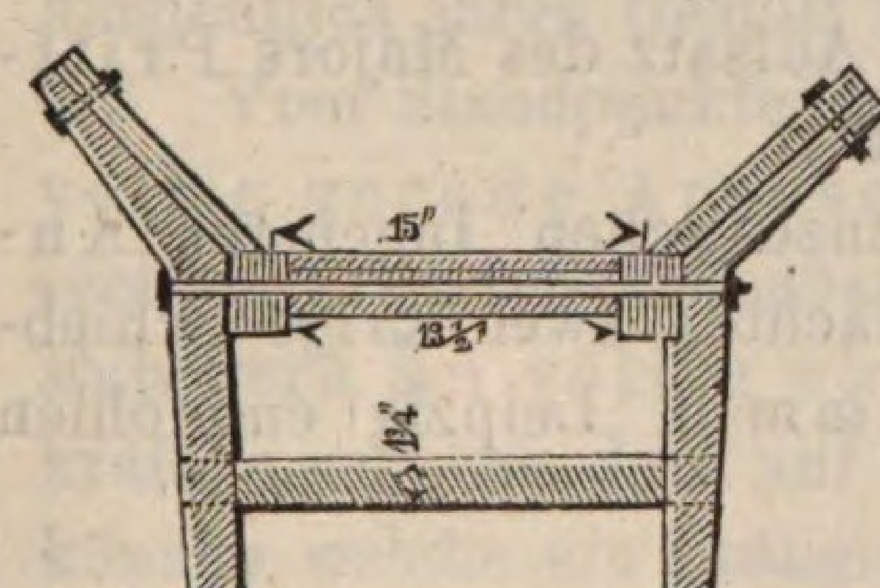
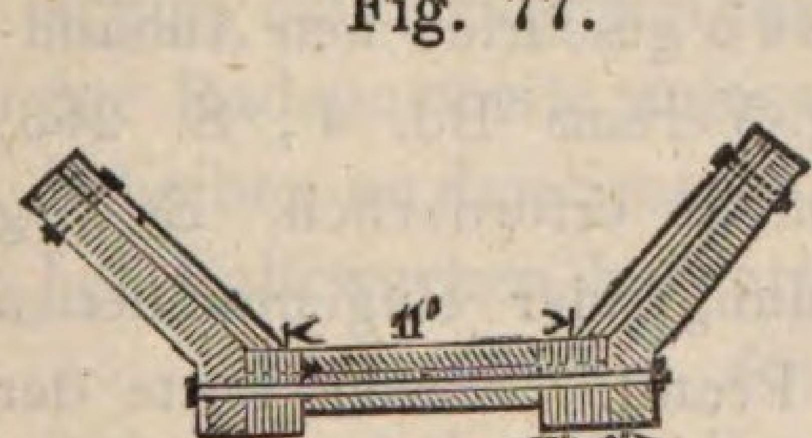


Fig. 77.



Diese Karren bieten durch die Neigung der Seitenwände nach aussen die Annehmlichkeit des leichten Umwerfens und Entladens, sowie den Vortheil, dass der Schwerpunkt der Last dem Rade so weit nahe kommt, als es überhaupt räthlich ist, ohne die Sicherheit des Karrenführers zu gefährden. Gewöhnlich bildet sich beim Erdtransport durch die Art des Aufhäufens das Hebelverhältniss zwischen Kraft und Last von 3 zu 1, so dass letztere mit $^2/_3$ ihres Gewichts auf die Achse des 18 Zoll hohen Rades direct und die übrigen $^1/_3$ in die Hände des Mannes, und bei Anwendung eines

1) In einem solchen Schiebkarren wird, je nach der Bodenart, 2 bis $2^1/_2$ Cubikfuss (hannov.) gewachsener Boden verladen. Auf horizontalem Boden, bei Accordarbeit, gutem Wetter und guter Karrenbahn beträgt die Geschwindigkeit $3^1/_2$ Fuss (hannov.) pro Secunde; bei schlechtem Wetter etc. weniger. Beim Transporte auf Steigungen nimmt die Geschwindigkeit ab und beträgt ungefähr:

3,4	Fuss bei einer Ansteigung	von	1 : 30
3,3	„ „ „ „	„	1 : 20
3,2	„ „ „ „	„	1 : 16
2,7	„ „ „ „	„	1 : 12
1,9	„ „ „ „	„	1 : 8.

Als Zeitverlust beim Auf- und Abladeplatze etc., bei jeder Fahrt, rechnet man zusammen 1 Minute.

Traggurtes, einer Tragkoppel etc. auf den Rücken desselben zu liegen kommen [1]). In solchem Falle würde sich also der Schwerpunkt der Gesammtlast in 18 Zoll von der Radachse befinden und die Hände des Arbeiters in 54 Zoll Entfernung von derselben Stelle. Längere Karrenarme erleichtern zwar den Arbeitern die Last, erschweren aber die Seitenwendungen und machen das ganze Transportgeräth überhaupt unbeholfen [2]).

In letzterer Beziehung ist u. A. ein im Jahre 1838 vom jetzigen Wegbaurathe Bokelberg in Hannover zum Transporte von Chausséebaumaterial eingeführter Karren [3]) zu erwähnen, wobei der Boden des Kastens, welcher den Ladungsraum bildet, über dem Rade placirt und so weit nach vorn (beinahe über das Rad hinaus) verlängert war, dass kaum $1/5$ der Last auf die Hände des Mannes drückte. Auf ebenem und fallendem Terrain bewährte sich dieser Karren so lange, als nicht zufällige Hindernisse das Gleichgewicht des Karrens störten.

Unvortheilhaft zeigten sich dieselben (naturgemäss) bei ansteigender Bahn, so dass sie nach Wissen des Verfassers eine weitere Verbreitung nicht gefunden haben, ungeachtet der vergrösserte Ladungsraum (4 Cubikfuss) und die Annehmlichkeit der Entladung nach vorn (durch Aufheben der Karrenbäume) zufolge der fehlenden vierten Wand (nach dem Rade zu) hierzu hätte veranlassen können.

Ueber andere bewährte Schiebkarren, welche man bei preussischen Festungsbauten benutzte, handelt ein sehr gut geschriebener Aufsatz des Majors Prittwitz in Posen in der unten angegebenen Zeitschrift [4]).

Bei dieser Gelegenheit ist auch der vom französischen Ingenieur Andraud angegebene (bereits S. 59 geschichtlich gedachte) zweirädrige Schiebkarren zu erwähnen, der seiner Zeit von Dr. Hamm in Leipzig empfohlen

1) Bei Gelegenheit einer über die Nützlichkeit von Bremsvorrichtungen an Handkarren (hannov. Eisenbahnnotiz) vom Ingenieur Ihssen geschriebenen Abhandlung (in der Zeitschr. des hannov. Architekten- und Ing.-Vereins Bd. 1, S. 263) wurde auch die Bestimmung des gedachten Hebelverhältnisses erforderlich. Es wog der leere Karren 77 Pfund, $2\,1/3$ Cubikfuss (mittlere Ladung) der eingenommenen Thonerde wogen 267 Pfund. Das Karrenrad wog 15 Pfund. Ferner hatte der Karren vom Radzapfen bis zum Angriffspunkte der Karrenbäume eine Länge von 4 Fuss 9 Zoll, und endlich betrug die zum Heben des Karrens nöthige Kraft 98 Pfund. Demnach war das fragliche Hebelverhältniss:

$$\frac{267 + 77 - 15}{98} = \frac{344 - 15}{98} = \frac{3,36}{1}.$$

2) In dem von Grandvoinnet geschriebenen Artikel „Brouette" (Schiebkarren) der Moll'schen Encyklopädie wird (Bd. 4, S. 330) das Verhältniss zwischen den Hebelarmen von Last und Kraft bei einem Erdtransportkarren (Brouette terrassière) zu $1/5$ angegeben, was gewiss unvortheilhaft zu nennen ist.

3) Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover, Jahrg. 1838, S. 256.

4) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen, Siebenter Jahrg. (1838), S. 154, woselbst der citirte Aufsatz die Ueberschrift trägt: „Ueber einige verschiedene Arten von Schiebkarren."

und ausgeführt wurde [1]), nach Wissen des Verfassers aber ebenfalls eine weitere Verbreitung nicht erlangt hat.

Ueber Schiebkarrenanordnungen für künstliche stark ansteigende schiefe Ebenen (Rampen) bei Eisenbahnerdarbeiten, wobei der Aufgang beladener Karren durch Pferde unterstützt wird und der den Karren führende Arbeiter vorzugsweise die Lenkung des Karrens zu besorgen hat, handelt Perdonnet in seinem unten citirten Werke [2]).

Endlich verweisen wir noch auf einen lesenswerthen Aufsatz des Bauraths v. Kaven in dem Notizblatte des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins (Bd. 2, Jahrg. 1852 bis 1853, S. 311), dessen Inhalt durch die Ueberschrift bezeichnet wird: „Ueber Leistungen des Menschen bei Karrentransporten auf der Horizontalen, sowie auf Steigungen und über die dafür zu zahlenden Preise.“

§. 6.

Gestalt und Sturz der Achsschenkel. Stürzung der Radspeichen.

Nach vorstehenden Beschreibungen und Erörterungen verschiedener Lastfuhrwerke ist es jetzt angemessen, auf die hier in der Ueberschrift benannten Gegenstände näher einzugehen, als dies zeither angemessen und möglich war.

Diesem entsprechend beginnen wir mit Erörterung der Achsschenkel, hinsichtlich ihrer Gestalt und Richtung.

Vom Standpunkte der rationellen Mechanik aus würden cylindrische völlig gerade Achsschenkel, auf deren Mittellinie die Zugkraftrichtung rechtwinklig steht, offenbar die besten sein, weil dann, sobald sich überdies das Fuhrwerk auf völlig ebenem Boden fortzubewegen hat, weder von der Zugkraft, noch von dem auf der Achse ruhenden Gewichte Zerlegungen eintreten können, welche ein Drängen nach der einen oder anderen Seite hin veranlassen, und daher Stoss und Lünzreibungen etc. nicht erzeugt werden könnten. Derartige cylindrische Achsschenkel würden zugleich sehr leicht eine Veränderung der Radspurweite zulassen, indem man nur nöthig hätte, geeignete Ringe oder Scheiben an den Stoss- oder Lünzstellen aufzubringen, ein Vortheil, der namentlich bei Fuhrwerken hervortreten würde, die nicht bloss auf Kunststrassen gehen.

Indessen sind die zuerst erwähnten Vortheile derartiger cylindrischer Achsschenkel vor Allem deshalb in Wirklichkeit nicht vorhanden, als Fahrstrassen (Chausséen, Landstrassen etc.) von so regelrechter Beschaffenheit, wie vorausgesetzt (ohne Vertiefungen, Löcher, Erhöhungen etc.), mindestens für Frachtfuhrwerke nicht existiren. Ist dies aber der Fall, so können auch Lastfuhrwerke Spielraum und Anlauf (S. 70) nicht entbehren.

Um jedoch auch wieder die hiernach unvermeidlichen Seitenbewegungen (auch wohl Schiefstellungen der Räder) einigermaassen unschädlich zu machen, überhaupt das unvermeidliche Uebel zu verkleinern, so biegt man die cylindrischen Achsschenkel etwas nach abwärts, d. h. neigt oder stürzt dieselben,

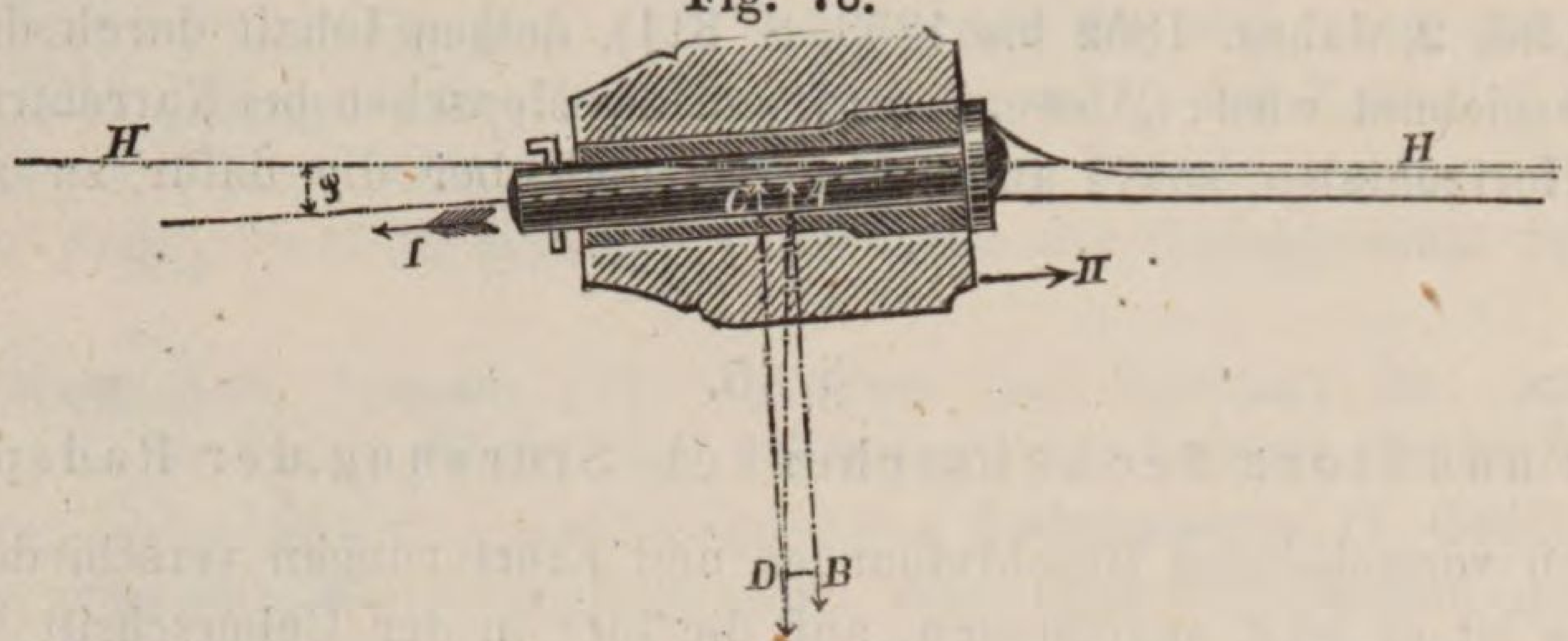
1) Agronomische Zeitung vom 10. September 1858, S. 583, wo sich auch derartige zweirädrige Schiebkarren und Schiebeböcke abgebildet vorfinden.

2) Traité élémentaire des Chemins de Fer, Tome premier, 3. édit., p. 401.

weil dann das Bestreben eintritt, die *Schenkel stets in die Büchse* hineinzudrücken, d. h. höchstens Reibung am Stosse zu erzeugen. Hierdurch werden aber auch zugleich noch Vortheile erzeugt, auf welche wir nachher bei dem Besprechen des Speichensturzes von selbst kommen werden.

Um diese Thatsache zur Anschauung zu bringen, ist Fig. 78 aufgenommen. Der cylindrische Achsschenkel ist dabei unter einem Winkel φ gegen den Horizont HH geneigt (gestürzt), weshalb sich der vom Wagen herrührende Verticaldruck $AD = W$ zerlegt in AB normal zur Stützfläche der Nabe, und

Fig. 78.

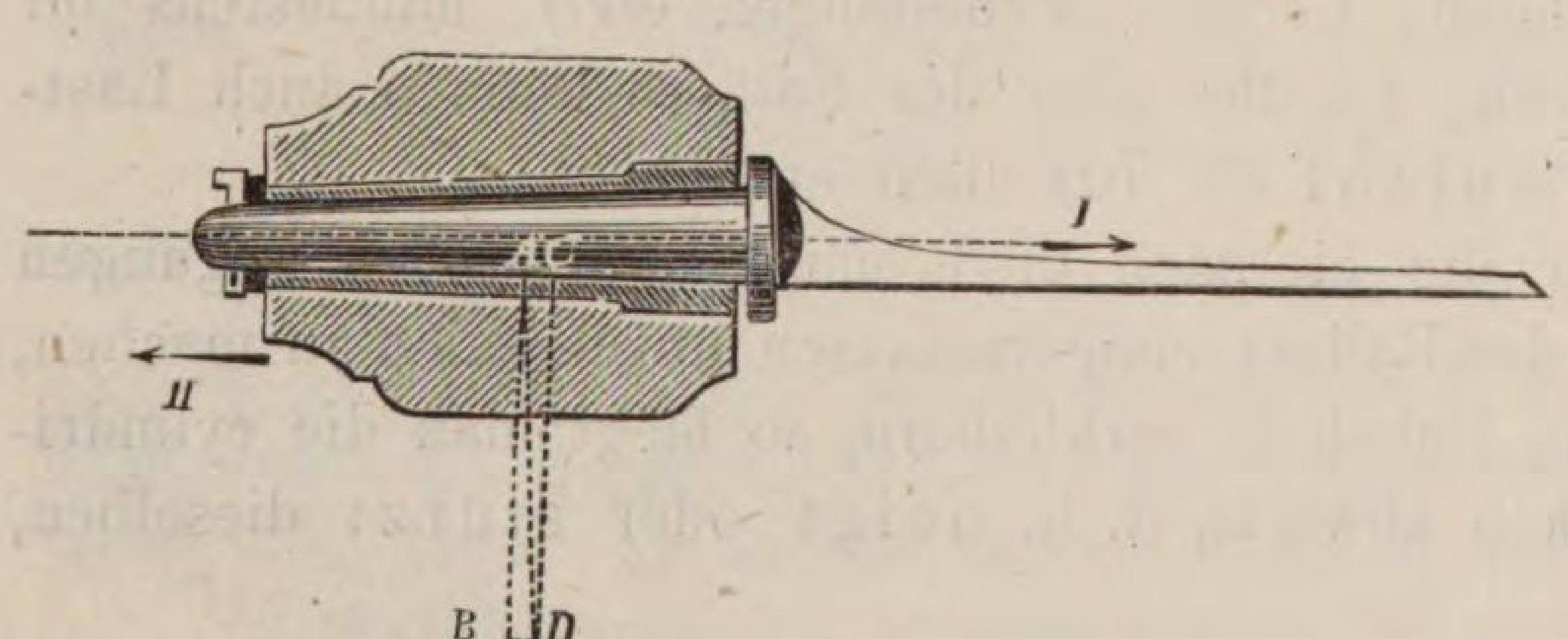


in AC parallel dem Achsschenkel. Mit AC will sich die Achse in die Nabe hineindrücken. Da jedoch letzteres Bestreben der völlig gleichen Erscheinung am anderen zugehörigen Achsschenkel wegen nicht zur Wirkung kommen kann, das Rad aber lose und mit Umlauf auf dem Achsschenkel steckt, so wird das Rad gegen den Stoss gedrängt, d. h. es folgt der Pfeilrichtung *II*.

Gegen cylindrische gestürzte Achsschenkel erhebt man theils begründete, theils unbegründete Einwendungen, und giebt deshalb, namentlich bei Lastfuhrwerken, in der Regel dem conischen Schenkel den Vorzug. Gemeinhin behauptet man von letzterem: 1) dass er das Aufstecken der Räder erleichtere, 2) die Schmiere nicht so leicht ablaufen lasse, 3) bei schlechten Wegen der vorhandene Spielraum dem Rade eine grössere Beweglichkeit gestatte, 4) den etwas geringeren *mittleren* Durchmesser des Reibungswiderstandes etwas herabziehe, 5) dass er eine grössere Sicherheit gegen das Zerbrechen gewähre, und endlich 6) ein Anlaufen des Rades zum Stosse hin erzeuge.

Die Punkte 1, 2 und 3 zugegeben (jedoch nicht in dem Maasse, wie solches in der Praxis gewöhnlich geschieht), sind die Gründe 4 und 5 nicht anzuerkennen, weil die Verjüngungen der Achsschenkel viel zu gering sind, um irgend wesentlichen Einfluss üben zu können. Was endlich den Punkt Nr. 6 betrifft, so lässt sich dieser Einwurf am besten durch eine gleiche Betrachtung der conischen Schenkel beleuchten, wie sie vorher beim gestürzten cylindrischen angestellt wurde, indem man untersucht, welche Wirkung die von der Nabenbüchse gestützte Last auf die Verschiebung des Rades ausübt.

Fig. 79.



Hierzu sei zuerst die Achse des völlig gleichseitigen Schenkelkegels Fig. 79 genau horizontal gerichtet. Repräsentirt dann *AD* wieder Grösse und Richtung des auf die Achse kommenden senkrechten Druckes = *W*, so zerlegt sich derselbe in *AC* parallel der Seitenlinie des Kegels, und in *AB* rechtwinklig zu letzterer. Indem *AB* die Zapfenreibung veranlasst, erzeugt *AC* das Bestreben, den Schenkel aus der Nabenbüchse *E* (nach der Pfeilrichtung *I*) zu drücken, was naturgemäss ein Drängen des Rades nach dem Lünz *G* (nach der Pfeilrichtung *II*) zur Folge hat.

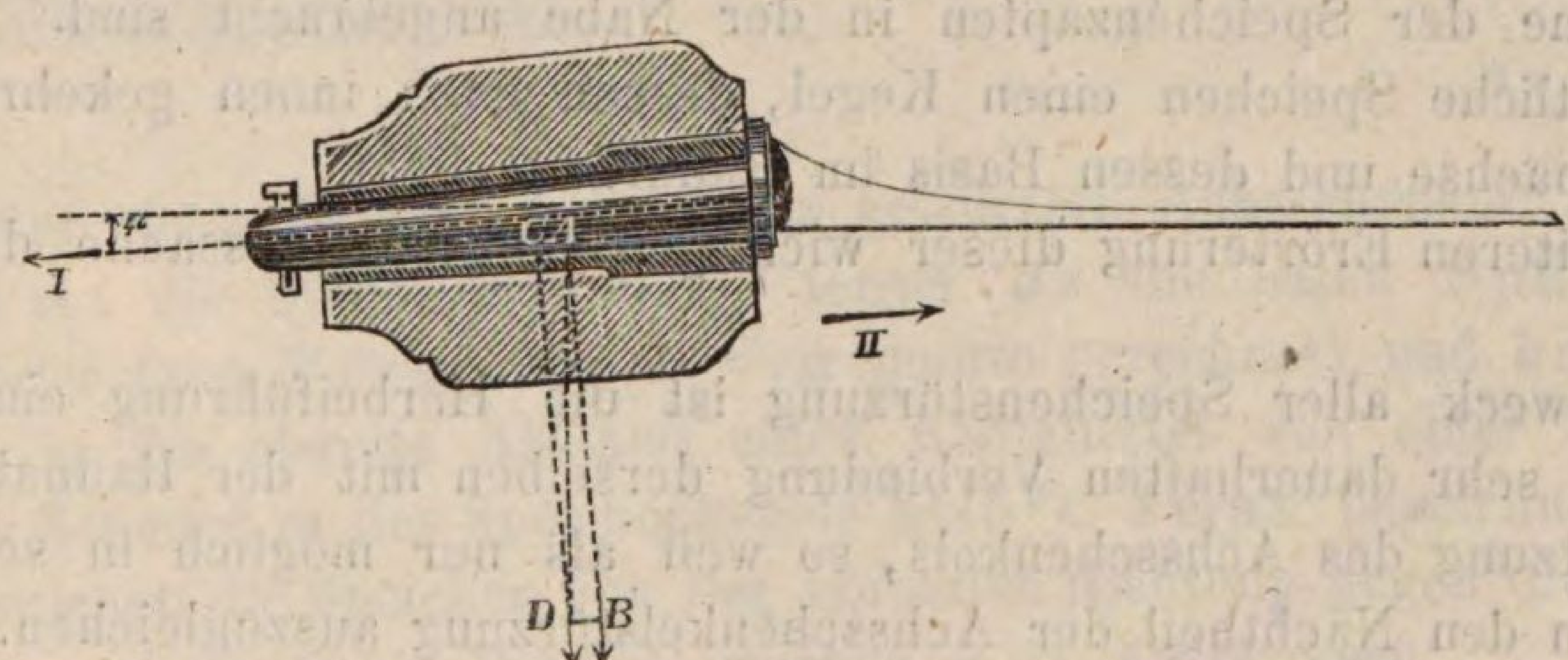
Ein derartiges Bestreben des Rades, vom Schenkel ganz ablaufen zu wollen, ist jedoch für die regelmässige Bewegung eines Fuhrwerks nachtheiliger, als ein Drängen nach dem Stosse des Achsschenkels hin.

Aus diesem Grunde, und um gleichsam die Vortheile des cylindrischen Schenkels mit denen des conischen zu vereinigen, biegt (stürzt) man auch letzteren derartig abwärts, dass die Kegelachse in der Verticalebene eine nach vorn gerichtete Neigung, wie Fig. 80 erhält.

Die Zerlegung des auf einem so gestalteten Schenkel kommenden Verticaldruckes *W* = *AD* erfolgt mithin in ganz gleicher Weise, wie beim cylindrischen Schenkel[1]).

Diesem entsprechend hat die Praxis über die Frage der vortheilhaftesten

Fig. 80.



Schenkelgestaltung bereits vollständig entschieden, indem rationelle Constructeure für alle Lastfuhrwerke (wenigstens in Deutschland) schwach conische, gestürzte Schenkel (Fig. 66 und 68), für Luxusfuhrwerke aber, wo Spielraum und Anlauf verhältnissmässig nur sehr gering zu sein brauchen und gute Strassen vorausgesetzt werden, sehr wenig gestürzte cylindrische Schenkel in Anwendung bringen. Auf letztere kommen wir deshalb nachher bei den Luxuswagen ganz speciell zurück.

1) Edgeworth in seinem „Essay on the construction of roads and carriages" (in der französischen Uebersetzung p. 158 und 159) will durch Versuche bewiesen haben, dass die Schenkelstürzung nur vortheilhaft auf den Zugwiderstand wirkt, wenn sie gering ist. Sobald die Neigung eine gewisse Grenze überschritt, z. B. wenn das Ende des Achsschenkels $4^1/_2$ Zoll tiefer als die Mittelachse lag, wurde der Zug schwieriger etc. — In dem oben angeführten Werke: „die Construction des beweglichsten Fuhrwerkes", wird S. 106 bewiesen, dass 7° 9′ der vortheilhafteste Stürzungswinkel für cylindrische Achsschenkel sei (?). Man sehe deshalb und als Kritik hierüber die weiter unten (S. 84) geführten Berechnungen.

Schliesslich werde noch des S. 70 erwähnten Vorlaufs gedacht (d. h. der geringen Abweichung der Schenkelmittellinie von der Geraden durch die Mittelachse nach vorn, im Grundrisse betrachtet), wodurch ein besseres Einlenken der Vorderräder erlangt werden soll, in Wahrheit aber nur dem offenbar nachtheiligen Rückwärtsbiegen der ganz geraden Achse bei vorkommenden Stössen vorgebeugt und die Widerstandsfähigkeit der Achse erhöht wird, da bei gleicher Spannweite ein der Krafteinwirkung convex (gewölbartig) gegenüber tretender elastischer Stab offenbar mehr Widerstand leistet, als ein gerader unter sonst gleichen Umständen.

Wir wenden uns nunmehr zum zweiten der hier zu erörternden Gegenstände, nämlich zur Lagenbestimmung der Speichen bei den Wagenrädern.

Hätten diese Räder, wie beispielsweise das einzelne Rad eines Schiebkarrens, nur Verticaldrucke Widerstand zu leisten und hätte man nur ebenes horizontales Terrain ohne Löcher, Gleisspuren zu befahren, so würde es angemessen sein, die Speichen normal auf die horizontal gerichtete Nabenachse zu stellen. Da diese Voraussetzungen jedoch in der Wirklichkeit nicht stattfinden, so giebt man den Speichen eine Neigung gegen die Nabenachse, welche, wie schon erwähnt, Sturz, Stürzung (Dishing) genannt und durch die Ausladung, d. h. durch die Entfernung eines an der äusseren ebenen Fläche der Felgen angelegten Lineals vom vorderen Rande der Zapfenlöcher bestimmt wird, welche zur Aufnahme der Speichenzapfen in der Nabe angebracht sind. Hiernach bilden sämmtliche Speichen einen Kegel, dessen nach innen gekehrte Spitze in der Nabenachse und dessen Basis im Radkranze liegt.

Zur weiteren Erörterung dieser wichtigen Constructionssache diene noch Folgendes:

Hauptzweck aller Speichenstürzung ist die Herbeiführung einer festen und zugleich sehr dauerhaften Verbindung derselben mit der Radnabe, sowie die Unterstützung des Achsschenkels, so weit als nur möglich in senkrechter Richtung, um den Nachtheil der Achsschenkelstürzung auszugleichen.

Secundäre Zwecke der Schenkelstürzung sind: grössere Widerstandsfähigkeit gegen vorkommende Seitenstösse, Erweiterung des Raumes für das Obergestell des Wagens, möglichste Vermeidung des Kothwerfens gegen den Wagenkasten etc.

Die erwähnte dauerhaftere Verbindung, welche durch den Speichensturz herbeigeführt wird, liegt in der gewölbartigen Gestaltung des betreffenden Radkörpers, wodurch weit vortheilhaftere Spannungen erzeugt werden, als dies bei normaler Stellung der Speichen gegen die Nabenbüchsenachse, d. h. bei einer mehr cylindrischen (scheibenförmigen) Radform der Fall sein würde. Der Kranz eines Rades mit gestürzten Speichen hat naturgemäss einen geringeren Umfang, als bei der nämlichen Speichenlänge ungestürzt. Sollen also derartige Speichen Seitenstössen nachgeben, so müssen sie sich entweder biegen, oder der Durchmesser des Rades müsste grösser werden. Ersteres lässt sich durch entsprechende Stärke und gutes Material der Speichen verhindern, letzteres wird durch die Widerstandsfähigkeit der Radreifen unmöglich gemacht.

Wenn durch den längeren Gebrauch gestürzte Speichen ihre feste Verbindung mit der Radnabe dennoch mehr oder weniger verlieren, gegen letztere

eine mehr normale Richtung annehmen, so wird ein derartiges Rad b o c k l a h m oder b o c k l o s genannt[1]).

Um schliesslich sämmtliche Erörterungen dieses Paragraphen noch einmal übersichtlich durch eine Zeichnung und einige Zahlenwerthe zur Anschauung zu bringen, werde Nachstehendes bemerkt:

Es sei *mp* Fig. 81 die geometrische Mittelachse eines Wagenrades, *mh*

Fig. 81.

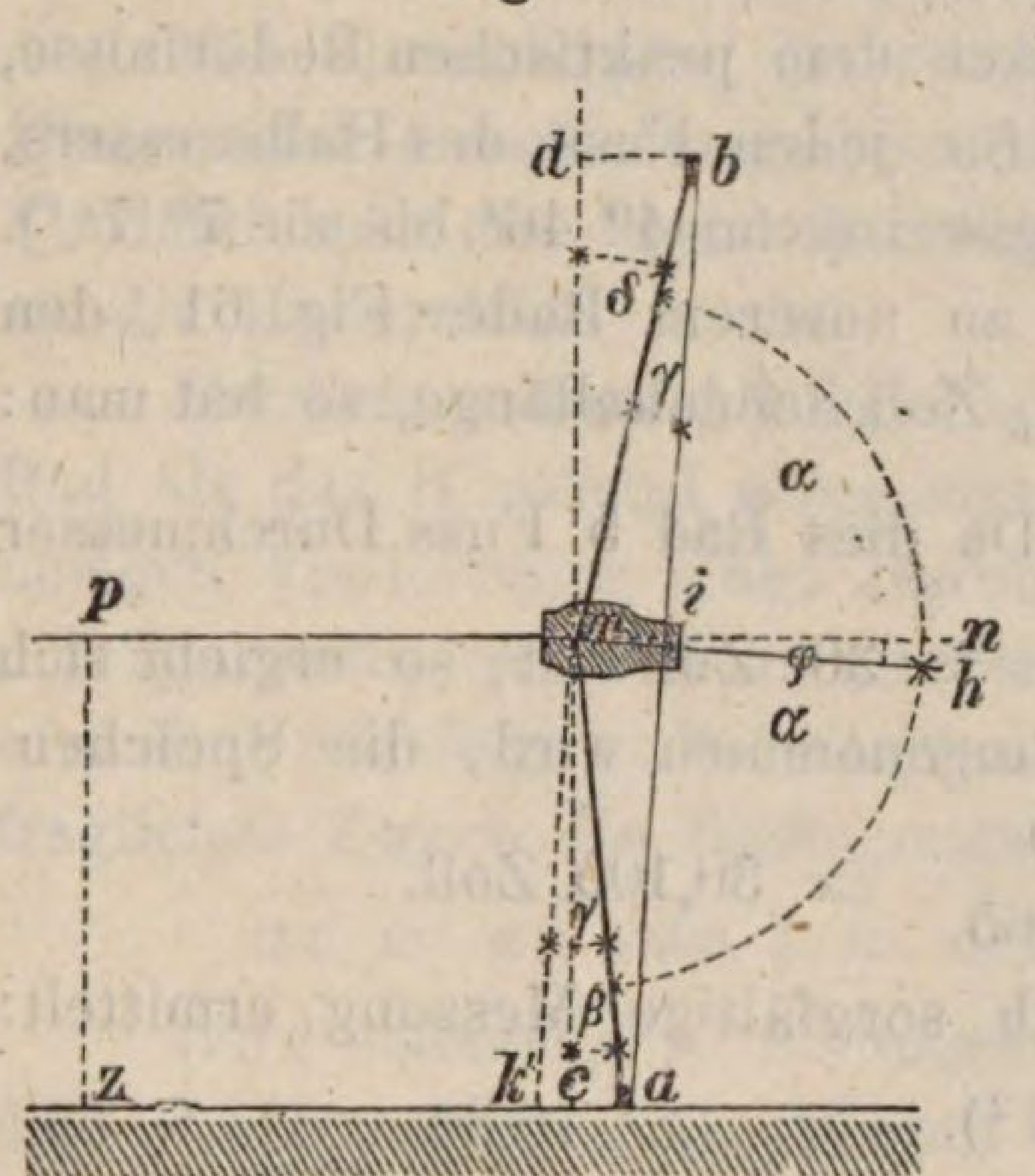
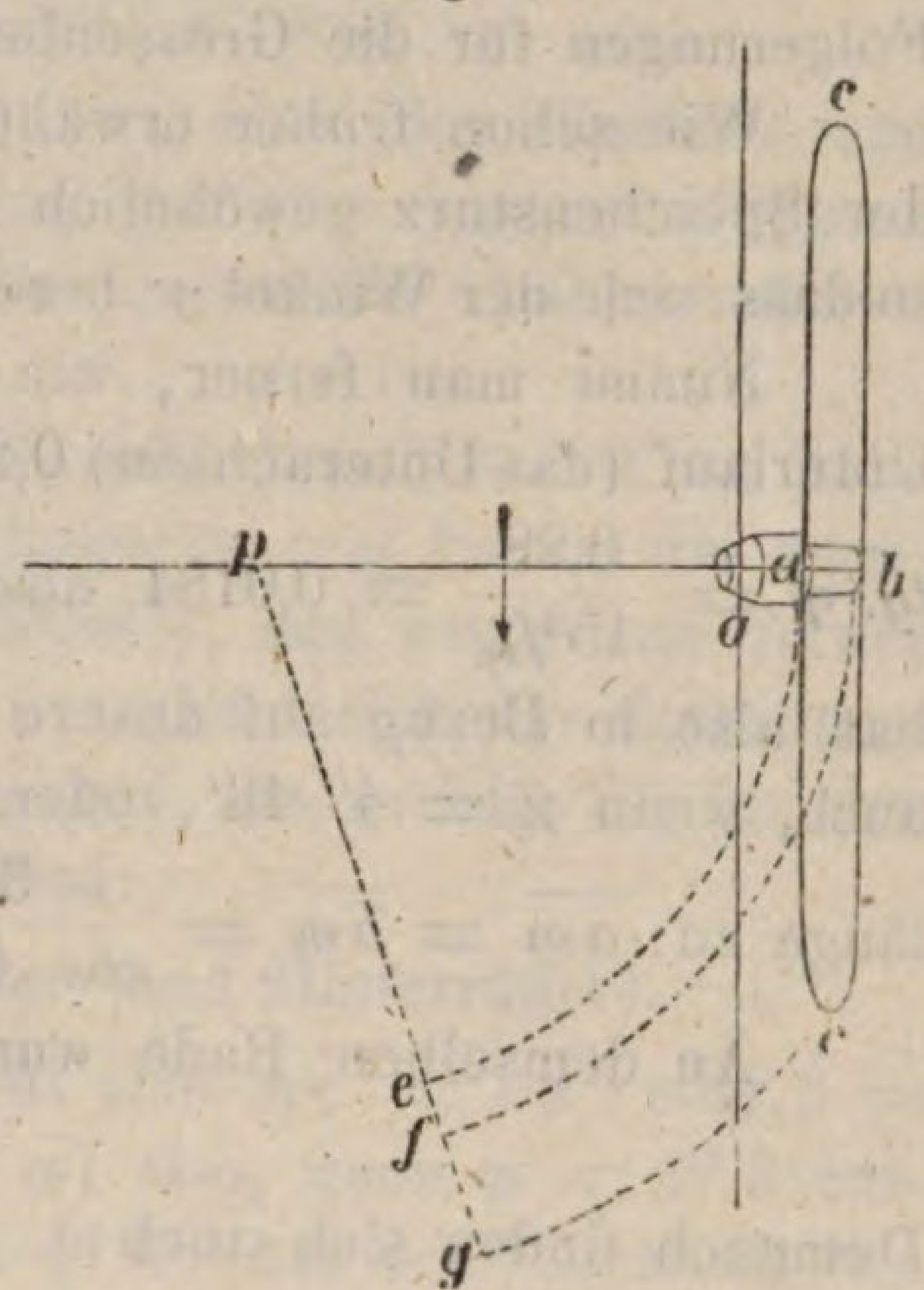


Fig. 82.



dessen unter einem Winkel *hmn* $= \varphi$ gestürzter Achsschenkel, *ab* die Radhöhe und *mi* die Speichenstürzung, ferner *az* die halbe S p u r w e i t e der beiden Räder (von Felgenmitte zu Felgenmitte gerechnet), und *bd* die Schlagweite, d. h. der oberste Abstand eines Radpunktes von einer Verticalebene durch den Scheitel *m* des Speichenkegels *amb*[2]). Ferner bezeichne γ den Winkel, um welchen die Speichen von der normalen Richtung gegen die Nabenachse abweichen, und α sei der Winkel, welchen γ zu 90⁰ ergänzt.

Endlich mögen β und δ die Winkel sein, welche eine Speiche beziehungsweise in ihrer tiefsten und höchsten Stellung mit der durch *m* gelegten Verticalebene bildet.

1) Man wendet auch Räder (namentlich eiserne) an, wobei die Speichen abwechselnd nach der einen und anderen Seite, nach innen und aussen gestürzt sind, so dass die Speichen nicht nur einen einzigen Kegel mit nach der Kastenseite gerichteter Spitze, sondern nach beiden Seiten hin einen stumpfen Kegel bilden. Derartige Räder erfordern etwas längere Nabe, sind aber auch geeignet, Seitenstössen von zwei verschiedenen Seiten Widerstand zu leisten. Man vergleiche hierbei das, was (später S. 88) über J o n e s' Patenträder angeführt wird. — Erwähnt zu werden verdient endlich noch, dass man zuweilen die Speichen abwechselnd, eine um die andere, um etwas weiter vor- oder rückwärts in der Nabenbüchse befestigt, wodurch man letztere etwas weniger schwächt. Man nennt dies das V e r s e t z e n der Speichen.

2) Wie man in der Praxis diese Schlagweite abzumessen pflegt, wird nachher bemerkt werden.

Sodann ergiebt sich zunächst ohne Weiteres:

$$(1)\ \alpha + \gamma = 90^0.$$

Wegen $\alpha + \beta + \varphi = 90^0$ und gleichzeitig $\alpha + \delta - \varphi = 90^0$ ferner:

$$(2)\ \delta = 2\,\varphi + \beta, \text{ sowie, da } \alpha + \gamma = \alpha + \beta + \varphi \text{ ist:}$$

$$(3)\ \gamma = \beta + \varphi.$$

Hieraus erhellt einerseits der geometrische Zusammenhang zwischen Achsschenkel- und Speichensturz, sowie mancherlei interessante und werthvolle Folgerungen für die Grössenbestimmungen derselben.

Wie schon früher erwähnt, beträgt, je nach dem praktischen Bedürfnisse, der Speichensturz gewöhnlich 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll für jeden Fuss des Halbmessers, so dass sich der Winkel γ berechnet beziehungsweise von $4^0\ 46'$ bis zu $7^0\ 7'$[1]).

Nimmt man ferner, wie beispielsweise an unserem Rade Fig. 61, den Unterlauf (das Unterachsen) 0,28 Zoll auf $15\frac{3}{16}$ Zoll Schenkellänge, so hat man: $tg.\ \varphi = \frac{0{,}28}{15\frac{3}{16}} = 0{,}0184$, also $\varphi = 1^0\ 3'$. Da dies Rad 5 Fuss Durchmesser hat, also in Bezug auf unsere Figur $ai = bi = 30$ Zoll ist, so ergiebt sich auch, wenn $\gamma = 4^0\ 46'$, oder $\alpha = 85^0\ 14'$ angenommen wird, die Speichenlänge zu: $\overline{am} = \overline{bm} = \frac{30}{cos.\ 4^0\ 46'} = \frac{30}{0{,}9965} = 30{,}105$ Zoll.

An demselben Rade wurde ferner durch sorgfältige Messung ermittelt:

$$\overline{db} = 4\tfrac{3}{4} \text{ Zoll}^{2)}.$$

Demnach finden sich auch:

$$sin.\ \delta = \frac{\overline{db}}{\overline{mb}} = \frac{4{,}75}{30{,}105} = 0{,}1577,$$

das ist

$$\delta = 9^0\ 4', \text{ folglich,}$$

wegen

$$\beta = \delta - 2\varphi$$
$$\beta = 9^0\ 4' - 2^0\ 6'$$
$$\beta = 6^0\ 58'$$

Endlich erhält man noch

$$\overline{ca} = \overline{am}\ .\ sin.\ \beta = 30{,}105\ .\ sin.\ 6^0\ 58'\ \overline{ca} = 3{,}65 \text{ Zoll.}$$

Bei einer aus der Fabrik von Dick und Kirschten in Offenbach vom Verfasser bezogenen (Collings) Patentachse, mit ganz cylindrischem Schenkel, wurde gemessen:

$$\varphi = 4^0\ 20'.$$

1) Migout und Bergery a. a. O. geben §. 169 für Artilleriefuhrwerke den Stürzungswinkel $\gamma = 7$ bis 8 Grad an. In der ebenfalls bereits citirten Schrift eines (ungenannten) preussischen Artillerieofficiers wird §. 39 die Regel aufgestellt, dass die Speiche stets unter demselben Winkel wie der Achsschenkel zu stürzen sei, und dass dieser Winkel $7^0\ 9'$ betragen müsse (?!).

2) Hierzu die halbe Reifenbreite $\frac{1}{2}\ .\ (2\frac{1}{2}$ Zoll), ferner den Abstand vom Punkte m bis zum Ende der Nabenbüchse gerechnet, der genau 5 Zoll betrug, giebt: $4{,}75 + 1{,}25 + 5 = 11$ Zoll. Letzterer Werth ist es, welcher von den Praktikern die Schlagweite genannt wird.

Giebt man daher den zugehörigen Rädern $^1/_{12}$ Sturz, d. h. nimmt man γ wieder $4^0\ 46'$, so findet sich

$$\alpha = 85^0\ 14'.$$

Ferner wegen $\beta = \gamma - \varphi$,

$$\beta = 0^0\ 26'.$$

Hierbei steht also die unterste Speiche fast senkrecht.

Ausserdem erhält man noch

$$\delta = 2\varphi + \beta = 8^0\ 40' + 0^0\ 26' = 9^0\ 6'.$$

Bei vierrädrigem Fuhrwerke muss die Spurweite der Vorder- und Hinterräder dieselbe sein, was zur Folge hat, dass bei den stets niedrigeren Vorderrädern die Speichen einen grösseren Stürzungswinkel haben müssen, als die Hinterräder.

Betrachtet man das im Vorstehenden als Beispiel benutzte 5 Fuss hohe Rad als das Hinterrad eines vierrädrigen Lastfuhrwerks und haben die zugehörigen Vorderräder einen Durchmesser von 4 Fuss[1]), und setzt man ferner die Spurweite von 4 Fuss 10 Zoll voraus[2]), so berechnet sich der Stürzungswinkel γ wie folgt: Zuerst lässt sich, in Bezug auf unsere Fig. 81, für den fraglichen Zweck die Bedingungsgleichung aufstellen:

$$\overline{ac} = \overline{am} \,.\, sin.\ \beta = \text{constant (für Vorder- und Hinterräder).}$$

Wird sodann $\beta = 8^0$ angenommen, so ergiebt sich $\overline{mc} = \overline{ca} \,.\, cotg.\ \beta = 3{,}65 \,.\, 7{,}115 = 25{,}97$ Zoll. Wegen $\alpha = 90 - (\beta + \varphi)$ also, wenn $\varphi = 1^0\ 3'$ beibehalten wird: $\alpha = 80^0\ 57'$, daher $\gamma = 9^0\ 3'$ (statt $4^0\ 46'$ bei den Hinterrädern).

Wegen $\beta = \gamma - \varphi$ könnte man auch γ, d. h. den Speichenstürzungswinkel bei Hinter- und Vorderrädern gleich nehmen, müsste jedoch dann φ entsprechend ändern, um ein bestimmtes β zu erhalten. Naturgemäss hat aber die Schenkelstürzung ebenfalls ihre Grenzen, will man nicht der Haltbarkeit und Beweglichkeit des Fuhrwerks zu nahe treten. Nach der Ansicht erfahrener Praktiker darf die Schenkelstürzung den achten Theil der Schenkellänge niemals überschreiten, oder unser Winkel φ niemals grösser als $7^0\ 7'$ werden[3]).

Zusatz. Für angehende Techniker mögen hier noch einige Bemerkun-

1) Das Verhältniss der Durchmesser wäre demnach $^5/_4 = 1{,}25$. Bei den oben besprochenen Croskill'schen Wagen ist dies Verhältniss $^{57}/_{48} = 1{,}425$. Meistens differiren die Durchmesser der Vorder- und Hinterräder bei englischen Lastwagenrädern um 16 bis 17 Zoll.

2) 4 Fuss 10 Zoll rhein. ist die gesetzliche Spurweite im Königreich Preussen, von Mitte zu Mitte der Felgen gemessen. In England findet man nirgends Lastwagen von so enger Spurweite. Breitfelgiges Frachtfuhrwerk hat Weitspur von 5 Fuss 10 Zoll (engl.), landwirthschaftliches Fuhrwerk 5 Fuss 2 Zoll.

3) Zu bemerken ist noch, dass von den Kreisen, welche beim Drehen des Raddiagrammes Fig. 82 um den Schlossnagel p (eines dabei gedachten Vordergestelles) beschrieben werden, folgende in der Nomenclatur der Wagenbauer Beachtung finden: 1) Der Spurkreis ae, welchen der unterste Punkt a des Rades am Boden beschreibt. 2) Der Schlagkreis bf, welcher vom höchsten Punkte b des Rades beschrieben wird. 3) Der Seitenkreis, welchen der Endpunkt c des horizontalen Raddurchmessers beschreibt.

gen über hölzerne Räder, über Radreifen und entfernter über Fabrikation der Räder Platz finden.

Die Nabe der Räder macht man vorzugsweise aus Eichen- oder Ulmenholz[1]), die Felgen ebenso aus Buchen- oder Eichenholz, die Speichen aus Eichenholz oder Eschenholz, und wenn sie recht dünn werden sollen, wohl auch aus Hickory (amerikanische Esche?). Die Radreifen der Fuhrwerke bestehen (jetzt) in der Regel aus gewalztem Flacheisen. Da der Zugwiderstand eines Fuhrwerks etwas mit der Reifenbreite (Felgenbreite) abnimmt, schmale Räder unter sonst gleichen Umständen in zusammendrückbaren Boden verhältnissmässig mehr einsinken als breite, und endlich die Abnutzung der Wege, namentlich der Chausséen (besonders in gebirgigen Gegenden, wo beim Herabfahren gehemmt wird) um so grösser ist, je schmäler die Radreifen sind, so bestehen fast in allen Ländern gesetzliche Bestimmungen über das Minimum der Felgen- (Radreifenbreite) und das Maximum der dabei zulässigen Belastung. Beispielsweise müssen in Preussen die Radreifen aller Last- oder Frachtwagen mindestens 4 Zoll Breite besitzen[2]). Hinsichtlich der Form der Radreifen auf ihrer äusseren Seite oder der Lauffläche bestehen in manchen Ländern ebenfalls gesetzliche Bestimmungen für Fuhrwerke, welche auf Chausséen fahren[3]). Damit nämlich die Räder möglichst wenig in den Weg einschneiden, müssen alle neu aufgezogenen Reifen auf ihrer Laufseite stets eine gerade Oberfläche haben, obwohl es zweckmässiger wäre, die scharfen Kanten vorher zu beseitigen. Die Nachtheile scharfer Kanten sind namentlich beim Drehen beladener Fuhrwerke wahrzunehmen, und sollte man unter allen Umständen nur Reifen mit gebrochenen oder schwach abgerundeten Ecken in Anwendung bringen[4]).

1) In England rühmt man die gusseisernen Naben ungemein. (Man sehe deshalb u. A. den illustrirten Catalog der Fabrik von William Croskill in Beverley, Yorkshire, von 1865, S. 8.)

2) Man sehe über die Felgen- (Radreifen-) Breite und correspondirenden Belastungen eine sehr hübsche Zusammenstellung in v. Kaven's „Vorträge über Ingenieur-Wissenschaften, 1. Abtheilung, Wegbau". Hannover 1862, S. 21 etc.

3) E. Mäurer, Die Formen der Walzkunst und das Façoneisen. Stuttgart 1865, S. 240 etc.: „Radreifeneisen". Ein schätzbares Werkchen, was den Betheiligten nicht genug empfohlen werden kann.

4) Auf den renommirtesten rheinisch-westphälischen Walzwerken unterscheidet man zur Zeit hinsichtlich der Querschnittsformen (nach Mäurer a. a. O. S. 243):

a) Radreifen mit halbkreisförmig abgerundeten Laufflächen. Diese Form eignet sich besonders für Luxuswagen, die meistens nur auf gepflasterten Strassen fahren, wo sie besonders das Ausweichen und Drehen bei rascher Fahrt erleichtern. Unsere Quelle giebt Abbildungen hiervon.

b) Radreifen mit gerader Lauffläche und kreisförmig abgerundeten Ecken. Hiervon fertigt u. A. die Gutehoffnungshütte (Oberhausen) ein Sortiment von 5 Nummern, deren Dimensionen und Gewichte folgende sind (Abbildungen ebenfalls bei Mäurer):

Räder der Luxus- und Bauerwagen, welche nicht auf chaussirten Wegen fahren, unterliegen in der Regel keiner gesetzlichen Beschränkung hinsichtlich der Breite und Form der Reifen. Bei den Luxuswagen beträgt die Felgenbreite meistens nur $2\frac{1}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ Zoll, bei den preussischen Postwagen 3 Zoll, und wenn diese in gebirgigen Gegenden fahren, nur $2\frac{1}{4}$ Zoll preuss. Maass [1]).

Hinsichtlich der fabrikmässigen Herstellung der hölzernen Räder mit ebenfalls hölzernen oder gusseisernen Naben, unter Verwendung von Maschinen, müssen wir auf die bereits Bd. 2, S. 363 (bei den Sägemaschinen) citirten Abhandlungen verweisen, woselbst namentlich über Philps' Maschinen zur Wagenfabrikation berichtet wird, sowie auf die unten citirte Nummer der englischen Patent-Specification, worin sich Croskill'sche Maschinen zur Fabrikation der Wagenräder abgebildet und beschrieben finden [2]).

Erwähnt werde hierbei noch, dass das Verfahren, die Radfelgen aus einem einzigen kreisförmig gebogenen Holzstücke zu fertigen, nicht den allgemeinen Anklang gefunden und sich nicht so vortheilhaft gezeigt hat, als man anfänglich erwartete. Einmal scheint die Behandlung des in passender Form und Grösse geschnittenen Holzes (immer parallel mit dem Laufe der Fasern) mit heissem Wasser oder Wasserdämpfen dem Holze Kraft zu entziehen (das Holz wird

Breite in Zollen	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$
Gewicht pro laufenden Fuss in Pfunden bei $\frac{5}{8}$ Zoll Dicke	$2\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2}$	4	$4\frac{2}{5}$	5
Bei $\frac{7}{8}$ Zoll Dicke	4	5	$5\frac{3}{4}$	$6\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$

c) Radreifen mit gerader Lauffläche und geradlinig abgeschrägten Ecken (Abbildungen a. a. O.). Zu bemerken ist hierbei, dass die unter b und c aufgeführten Radreifen (mit ebener Lauffläche) vor den (gewölbten) unter a den Vorzug haben, dass sie auf glatten und gefrorenen Wegen den Rädern eine grössere Adhäsion verleihen.

1) Für schwere Fuhrwerke des Königreichs Hannover lassen sich folgende Dimensions- und Lastverhältnisse zusammenstellen (Maasse hannov.):

Art des Fuhrwerks.	Gewöhnlicher Durchmesser. Vorderräder. F.	Z.	Hinterräder. F.	Z.	Mittlere Dicke d. Achsschenkel. Zoll.	Radfelgenbreite. Zoll.	Eigengewicht der Wagen. Centner.	Belast. der Wagen pro Pferd auf Chausséen. Centner.	Geschw. der Bew. in d. Secunde. Fuss.
Eigentl. Frachtfuhrwerke	5	—	4	4	$2\frac{1}{4}$ — 3	4—10 meistens 6	40—80	36—50 und mehr	$3\frac{1}{2}$—4
Gewöhnl. Lastfuhrwerke	4	9	5	2	desgl	$2\frac{1}{2}$—3	20—30	30—40	4
Landfuhrwerke	4	9	5	—	desgl.	2—$2\frac{1}{2}$	8—16	20—30	4—$4\frac{1}{2}$
Eilpostwagen	3	6	4	9	desgl.	$2\frac{1}{2}$	18	4—6	9

2) Specification 1844, Nr. 10131: William Croskill's „Machinery for making wheels for carriages“.

ausgelohet, wie die Praktiker sagen), ein anderes Mal sollen die Zapfen leicht lose werden, womit die Speichen im Kranze befestigt sind[1]).

In England machte vor nicht langer Zeit „Jones' Patentrad" einiges Aufsehen, wobei die Felgen einen einzigen Ring aus Gusseisen bilden, die Speichen aus schmiedeeisernen Rundstäben bestehen, welche sich kreuzen oder abwechselnd aus- und einwärts gestürzt sind, und die Naben aus Gusseisen (Schalenguss) hergestellt werden. Derartige Räder sind jedoch kostspielig, leicht zerbrechlich und schwer zu repariren. Abbildungen hiervon finden sich u. A. in Dingler's polytechn. Journale Bd. 28, S. 444, und im Anhange zu Dr. Hering's Abhandl. „Das Pferd", Stuttgart 1862, S. 512.

§. 7.

Karren und Wagen im Vergleich mit einander.

Unsere Erörterungen über Achsen und Räder der Fuhrwerke im vorigen Paragraphen konnten ohne Rücksicht auf deren Verwendung zu zweirädrigen Lastfuhrwerken (Karren) oder zu vierrädrigen (Wagen) geschehen, da hinsichtlich dieser beiden Haupttheile (Achsen und Räder) ein Unterschied nicht zu machen war.

Hier sollen jedoch die hauptsächlichsten Umstände und Verhältnisse beleuchtet werden, welche bei Beantwortung der Frage in Betracht zu ziehen sind, ob in vorliegenden Fällen dem Karren oder dem Wagen als Lastfuhrwerke der Vorzug zu geben ist.

Verlangt man nur eine übersichtliche, kurze Antwort, so lässt sich sagen, dass auf guten Strassen und Wegen, für kurze Entfernungen, bei guten Pferden, in Gebirgsgegenden (Hohlwegen, Berghängen etc.) für Fracht- und Ackerzwecke und für den Transport von Waaren in volkreichen Städten dem Karren der Vorzug zu geben ist. Dass dagegen auf schlechten Strassen, bei geringeren Pferden und für das Flachland die Wagen mehr Vortheile gewähren[2]).

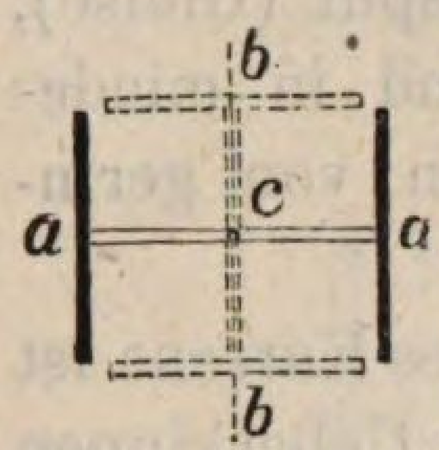
Für den Zweck einer etwas ausführlicheren Beantwortung der Frage dürften mindestens noch nachstehende Betrachtungen erforderlich sein.

1) Dr. Hamm in seinen landwirthschaftl. Geräthen und Maschinen Englands, 2. Aufl., S. 443 giebt an, dass die Erfindung, gerade gewachsenes Holz zu jeder beliebigen Gestalt zu biegen, aus Russland stamme. Noch gegenwärtig sollen die Radkränze leichter russischer Wagen aus einem einzigen, rundgebogenen Stück Holze bestehen, und nicht einmal mit Eisen beschlagen sein. Auch über die Verfertigung derartiger Radkränze giebt Dr. Hamm an derselben Stelle einige Auskunft.

2) Kröncke in seiner „Theorie des Fuhrwerks mit Anwendung auf den Strassenbau" (Giessen 1802) bemerkt §. 95 noch kürzer in Bezug auf die gedachte Frage: „Je nachdem die Wege sind, verdienen bald die Wagen, bald die Karren den Vorzug."

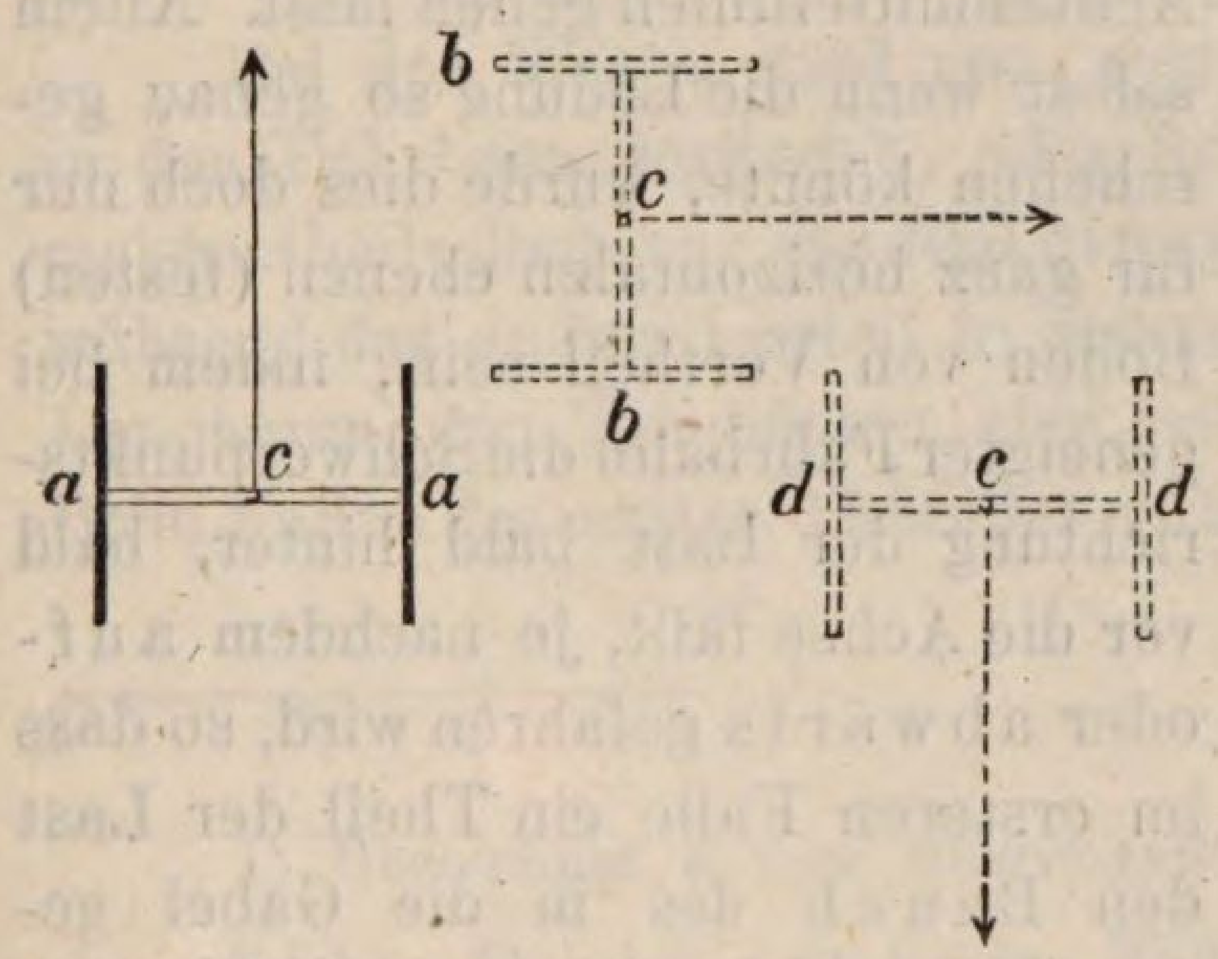
Ein unbestrittener Vortheil der Karren ist die grössere Lenkbarkeit derselben. Man kann sich letztere sogar absolut denken, indem es möglich ist, denselben um die Mitte seiner Achse *c* Fig. 83 so zu drehen, dass das eine Rad seinen Bogen vorwärts beschreibt, während das andere ihn rückwärts vollführt, der Karren überhaupt aus der Lage *aa* in die *bb* gebracht werden kann, ohne dass der Mittelpunkt *c* seinen Ort verändert. Der Halbmesser der Drehung ist hierbei der kürzeste, nämlich die halbe Länge der Achse.

Fig. 83.



Indess ist hierbei wohl zu beachten, dass eine derartige Drehung nur durch Menschen, nicht aber durch ein eingeschirrtes Pferd verrichtet werden kann, und auch dies vermag nur die Drehung um das eine Rad und wiederum nur auf einigermaassen festem Boden herauszubringen, wobei dann die ganze Achsenlänge den Drehungshalbmesser bildet. Soll das eingeschirrte Pferd zugleich fortschreiten, so lässt sich die Lenkung so ausführen, wie in Fig. 84 dargestellt ist, d. h. es muss der Karren aus der Stellung *aa* erst in die *bb* und sodann in die *dd* gebracht werden.

Fig. 84.



Beim Wagen ist die Lenkbarkeit von mehreren Umständen abhängig als beim Karren, und lässt sich deshalb auch nicht so leicht übersehen.

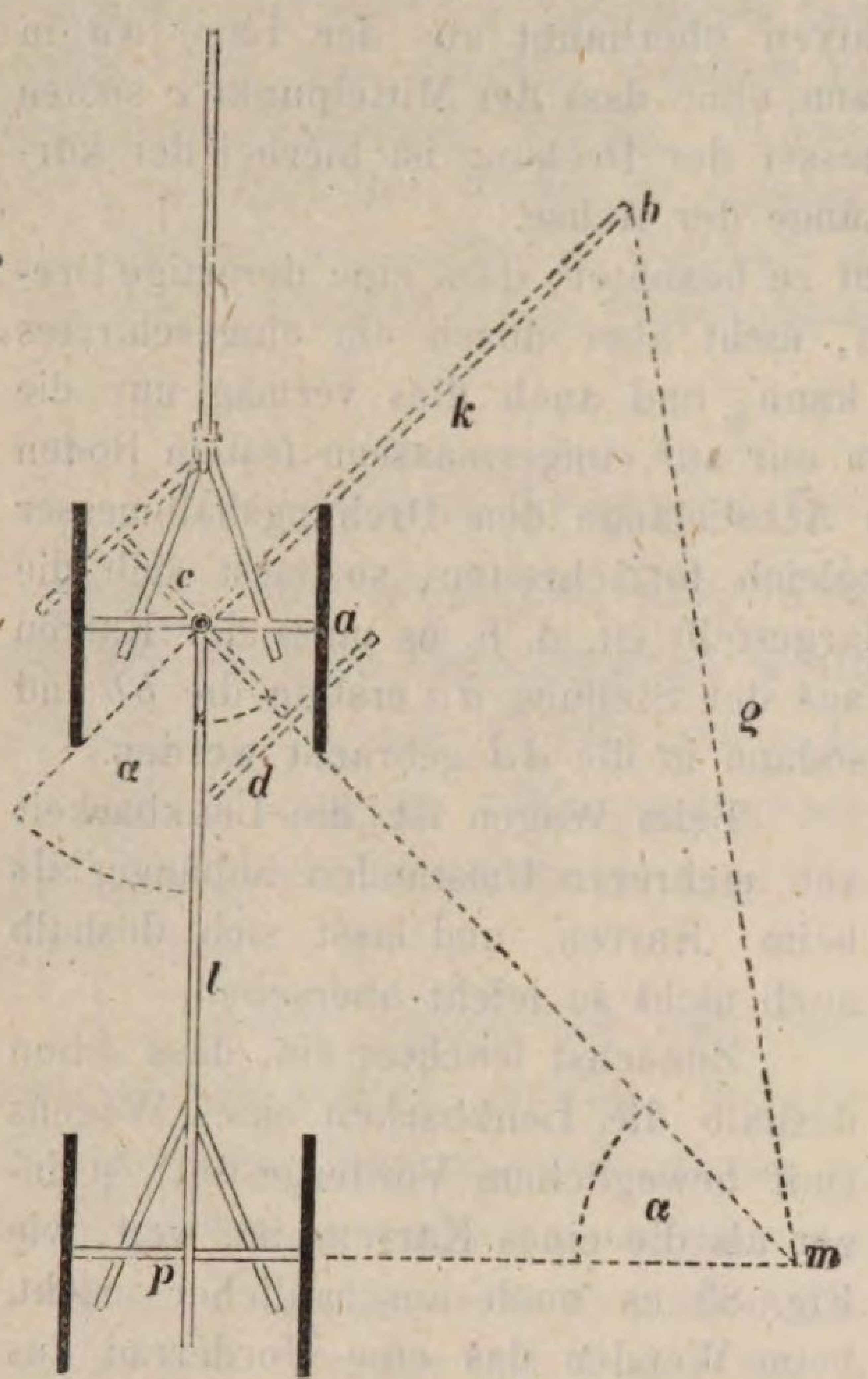
Zunächst leuchtet ein, dass schon deshalb die Lenkbarkeit eines Wagens (mit beweglichem Vordergestell) geringer als die eines Karrens ist, weil, wie Fig. 85 es noch anschaulicher macht, beim Wenden das eine Vorderrad aus der Lage *a* in die *d* kommt, und dann bald den Langbaum *cp* trifft. Verlängert man ferner die Richtung der Achse des Räderpaares *d*, bis sie die Verlängerung der Hinterachse *p* in einem Punkte *m* schneidet, verbindet überdies das Deichselende *b* mit *m*, und betrachtet *bm* als Halbmesser der Wendung in Bezug auf *m* als Mittelpunkt, so lässt sich zeigen, dass, um eine Wendung im möglichst kleinsten Raume machen zu können, Vorderwagen und Langbaum möglichst kurz sein müssen und der Winkel (Lenkungswinkel), welchen dann die beiden Achsen mit einander bilden können, oder was dasselbe ist, der Winkel, den die so weit als möglich gedrehte Deichsel mit dem Langbaume bildet, möglichst gross zu nehmen ist. Letzteres würde z. B. der Fall sein, wenn der Mittelpunkt *m* der Wendung mit der Mitte *p* der Hinterachse zusammenfiele, also die Einrichtung des Fuhrwerks der Vorderachse gestattete, bis in die Längenebene des Hinterwagens kommen zu können [1]).

Diese Bedingung wäre begreiflicher Weise bei Frachtwagen nur dann möglich, wenn man die Vorderräder so niedrig machte, dass sie unter den Langbaum treten könnten, oder den Langbaum ganz wegliesse, wie dies

1) Bezeichnet ϱ den Wendungshalbmesesr mb, ferner k die Entfernung bc vom Reibnagel c bis zur Deichselspitze b, l die Langbaumlänge cp, und α den

u. A. bei den englischen vierrädrigen Lastwagen Croskill's (Fig. 69) der Fall ist.

Fig. 85.



Andere Bedingungen grosser Lenkbarkeit eines vierrädrigen Fuhrwerks sind: breite Radspur (Gleise), schmales Obergestell und in minderem Grade auch Felgen von geringer Breite.

Ein Uebelstand des Karrens ist dagegen sein leichtes Ueberkippen nach vorn oder hinten. Allerdings ist mindestens die Möglichkeit vorhanden, dies dadurch zu vermeiden, dass man die Ladung ganz systematisch auf die Achse vertheilt, d. h. ihre Schwerpunktsrichtung durch die Achsenmittellinien gehen lässt. Allein selbst wenn die Ladung so genau geschehen könnte, würde dies doch nur für ganz horizontalen ebenen (festen) Boden von Vortheil sein, indem bei geneigter Fahrbahn die Schwerpunktsrichtung der Last bald hinter, bald vor die Achse fällt, je nachdem **auf-** oder **abwärts** gefahren wird, so dass im ersteren Falle ein Theil der Last den **Bauch** des in die Gabel gespannten Pferdes, im zweiten Falle den Rücken desselben drückt, was eine nicht geringe Ermüdung des Thieres zur Folge hat. In der Regel richtet man die Bepackung so ein, dass der Schwerpunkt des Ganzen **vor** die Radachse zu liegen kommt, wodurch eine Drehung des Gestelles nach oben vermieden werden kann, aber auch dem Pferde für den Zug auf horizontalem Boden ein Theil der Last zum Tragen aufgebürdet wird.

In den meisten Fällen ist ferner der Karren in Bezug auf Umwerfen nach der Seite gegen den Wagen im Nachtheile. Stellt sich beispielsweise der

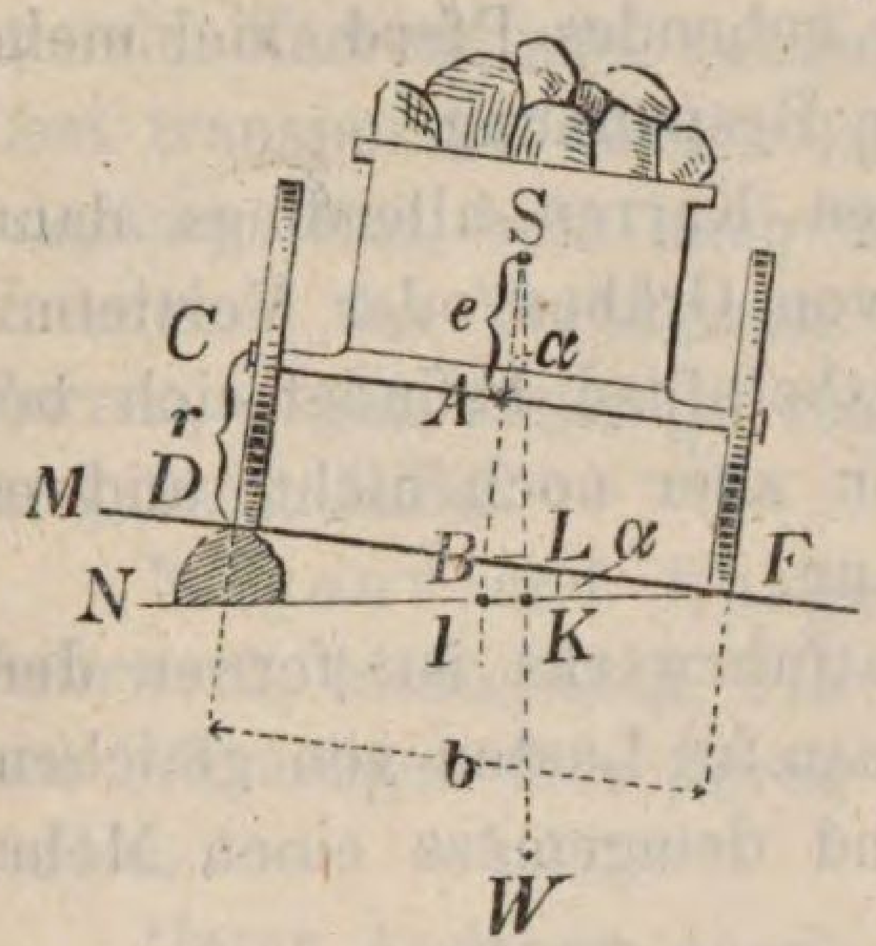
Winkel pmc, so erhält man zuvörderst $\overline{cm} = \frac{l}{sin.\,\alpha}$, sodann aber wegen $\overline{mb}^2 = \overline{cb}^2 + \overline{cm}^2$:

$$\varrho = \sqrt{k^2 + \frac{l^2}{sin.\,\alpha^2}}$$

Bei gleichbleibenden k und l wird ϱ am kleinsten, wenn $sin.\,\alpha$ am grössten, d. h. wenn $\alpha = 90^0$ ist. Ausführlichere mathematische Entwicklungen über „**Lenkbarkeit der Fuhrwerke**“ finden sich u. A. bei **Migout und Bergery** §. 116 bis 127.

Karren so wie Fig. 86 erkennen lässt (zufolge der Fahrbahnneigung, beim Ueberschreiten von nicht zusammendrückbaren Erhöhungen etc.), so stürzt er um, sobald die lothrechte Linie SLK vom Schwerpunkte S des gesammten Fuhrwerksgewichts W ausserhalb des Gleises fällt. Die Sicherheit erfordert naturgemäss, dass stets $\overline{BL} < \overline{JF}$ ist. Letzteres ist um so wichtiger innezuhalten, als Stösse und (bei schneller Fahrt) auch die Schwungbewegung das Umfallen befördern. Leicht lässt sich zeigen [1], dass unter sonst gleichen Umständen allgemein die Sicherheit gegen das Umwerfen nach der Seite hin um so grösser wird, je bedeutender die Spurweite der Räder ist, je kleiner letztere sind, und je weniger hoch man die Bepackung macht, oder je niedriger der Schwerpunkt des ganzen Fuhrwerks zu liegen kommt [2].

Fig. 86.



Bei den Wagen wird nun, wenn sich einzelne zufällige, harte Erhöhungen in der Fahrbahn vorfinden, oder Schlaglöcher, Gräben etc. zu passiren sind, meistentheils doch nur das Rad eines Gestelles in die nachtheilige Lage gebracht, während das andere Gestell in seinem normalen Zustande beharrt und höchstens Langbaum und Tragbäume eine selten gefährliche Torsion auszuhalten haben. Beim Fallen des ersten Gestelles müsste das in seiner richtigen Lage gebliebene

1) Bezeichnet α den Neigungswinkel der Radachse gegen den Horizont, $2r$ den gleichen Durchmesser beider Räder, $2\overline{AC} = b$ die Spurweite (Gleisbreite), $AS = e$ die Höhe des Schwerpunktes S über der Radachse, und $DN = h$ die Höhe eines nicht zusammendrückbaren Hindernisses oder einer natürlich vorhandenen schiefen Ebene DF, so erhält man als Bedingung der Stabilität, ohne Rücksicht auf die Geschwindigkeit der Bewegung zu nehmen:

$$BL < JF.$$

Da nun $\overline{BL} = (e + r) \sin. \alpha$ und $JF = \frac{1}{2} b \cos. \alpha$ ist, so ergiebt sich:

$$(e + r) \sin. \alpha < \tfrac{1}{2} b \cos. \alpha, \text{ d. i. } tg. \alpha < \frac{b}{2(e + r)}$$

Für das Stabilitätsmoment M ergiebt sich zugleich: $M = W \cdot \overline{KF}$, d. i. weil

$$KF = JF - BL \text{ ist: } M = W [\tfrac{1}{2} b \cos. \alpha - (e + r) \sin. \alpha].$$

Die ausgezeichnetste Arbeit über diesen Gegenstand hat Coriolis im 24. Cahier, p. 153 des Journals der Pariser polytechn. Schule geliefert, welche die Ueberschrift trägt: „Mémoire sur la stabilité des voitures, avec application aux messageries de France."

2) Da das Karrengestell im Allgemeinen weniger Raum darbietet als das Wagengestell, so rückt bei manchen Belastungen der Schwerpunkt beim Karren höher. Hierdurch und zufolge des Umstandes, dass die Last nur auf einem Gestelle liegt, ist der feste Stand eines Karrens ungleich geringer, als der eines Wagens, unter sonst gleichen Verhältnissen.

mit umgerissen werden, wenn das Ganze fallen soll, was allerdings zuweilen eintreten kann, jedoch wird viel häufiger der Wagen seine Stellung bei solcher Gelegenheit behaupten, wo der Karren längst umgeworfen wäre.

Dagegen können sich Karren den Höhen und Vertiefungen eines Terrains, überhaupt gebirgigen Gegenden besser anschmiegen, wozu noch kommt, dass bei steilen Bergabfahrten ein in der Gabeldeichsel gehendes Pferd viel mehr zum Aufhalten geeignet ist, als jede andere Art der Bespannung.

Ein sehr ungünstiges Verhältniss tritt für den Karren allerdings dann ein, wenn derselbe, wie z. B. beim Durchschreiten von Gräben oder Vertiefungen, eine Drehung der Last bewirken muss; das Gabelpferd befindet sich bereits auf der neuen Richtung des Zuges, der Karren aber noch nicht, und es ist klar, wie schwierig dieser Uebergang werden kann.

Ein anderer Nachtheil des zweirädrigen Lastfuhrwerks ist ferner der, dass es mehr Leute zur Führung erfordert, indem man für Lasten von gleichem Gesammtbetrage eine grössere Zahl von Führern und demgemäss einen Mehraufwand an Tagelohn bedarf.

Ein Vorzug des Karrens, welcher sehr häufig übersehen wird, ist dafür wieder der, dass er gutwillige und fromme Pferde schafft [1]).

Das im Karren gehende Pferd kann weder ausschlagen, noch sich bäumen, weshalb junge, muthwillige Pferde im strengen Karrendienste Unarten recht bald gänzlich verlieren. Das in der Gabeldeichsel oder in der Scheere des Karrens ziehende Thier muss sich aber auch zusammennehmen, es kann sich nicht auf seinen Nachbar verlassen, sondern muss die eigene Kraft gebrauchen, was das kluge Pferd bald einsehen lernt und daher ganz zugwillig wird. Ist eine Reihe von Pferden vor einander gespannt, und der Fuhrmann nur einigermaassen geübt, so überwinden sich auch die hier auftretenden Schwierigkeiten im egalen Anzuge weit leichter, als bei der doppelten Anspannung, oder gar zu dreien neben einander. Wer hat nicht schon bei einem festgefahrenen Wagen das bedauerliche Hin- und Herziehen der Pferde gesehen? Ein Pferd springt ins Zeug, während das neben ihm zurückweicht, es hält dann sehr schwer, wieder einen gleichmässigen Anzug hervorzubringen. Beim Karren, der sich übrigens weniger festfährt und leichter herauszubringen ist als der Wagen, fällt dieser Uebelstand meistens weg; ein jedes Thier zieht für sich an und lehrt seinen Hinternachbar ebenfalls anziehen.

Dass man in Frankreich und England das Karrenfuhrwerk viel mehr als in Deutschland gebraucht, hat seinen besonderen Grund in dem kräftigen Schlag von Pferden. Uns fehlen immer noch die englischen Racepferde von York, Suffolk, Norfolk, Lincolnshire u. A. [2]) und die französischen Percherons (Nor-

1) Der Verfasser benutzt hier die Abschrift eines mit „Fuhrwerk und Gespann“ überschriebenen Aufsatzes in Dr. Hamm's agronomischer Zeitung, wobei jedoch weder Jahrgang noch Nummer notirt ist.

2) Ueber englische schwere Zugpferde handelt ausführlich das bereits wiederholt citirte (von Dr. Hering ins Deutsche übertragene) Werk „das Pferd“, S. 96, wobei sich auch S. 99 ein schönes Exemplar aus dem Stalle der berühmten Londoner Bierbrauerei der M. Barcly Perkins & Comp. abgebildet vorfindet.

mandiepferde[1]), welche letzteren namentlich alle guten Eigenschaften tüchtiger Arbeitspferde in sich schliessen.

Als unentschieden muss man die Frage betrachten, ob ein Pferd im Karren gespannt unter sonst gleichen Umständen mehr leistet, mehr fortzuschaffen vermag, als mittelst eines Wagens. Dr. Hamm[2]) spricht sich hierbei zu Gunsten des Karrens aus, behauptet, dass auf vier einspännigen Karren die gleiche Last transportirt werden könne, als auf einem Wagen, der mit acht Pferden bespannt wird, hebt auch hervor, dass nach (des Engländers) Dr. Young's Versuchen das Verhältniss der Zugkraft eines Pferdes in einem einspännigen Karren, gegen diejenige von vier Pferden in einem Wagen, sich wie 6 : 9 herausgestellt habe.

Migout und Bergery[3]) zeigen im Gegentheil, dass das vierrädrige Fuhrwerk, hinsichtlich des Zuges, gegen ein zweirädriges im Vortheil stehe, und bekräftigen dies durch Anführung von Versuchen der Franzosen und Engländer.

Unter Anderem ergab sich, dass ein Karren drei Pferde erforderte, auf einem Wege, wo ein Wagen von demselben Gewichte mit gleicher Geschwindigkeit von nur zwei Pferden gezogen wurde.

Am Ende aller Auseinandersetzungen gelangen Migout und Bergery zu dem gewiss richtigen Schlusse, „dass die Arbeit des Motors jedenfalls gleichmässiger und der Zug erleichtert wird, wenn man die Zahl der Räder (bis zu einer gewissen Grenze) vergrössert, und die Last so vertheilt, dass bei einem gegebenen Fahrzeuge jedes Rad einen Theil desselben trägt, so dass die Wirkung eines Hindernisses oder jedes Stosses für das eine, wie für das andere Rad möglichst gleich gross wird".

§. 8.

B. Luxusfuhrwerke[4]).

Wie bereits aus dem betreffenden geschichtlichen Abschnitte erhellt, unterscheidet sich constructiv jeder Luxuswagen von dem Lastfuhrwerke hauptsächlich durch grössere Beweglichkeit und durch

1) Ueber Percheronpferde als Zugthiere, ebenfalls mit vortrefflichen Abbildungen begleitet, handelt ein Artikel in Moll's „Encyclopédie", Tome 5, p. 284, 290 etc., Abschnitt: „Cheval".

2) Die landwirthschaftl. Geräthe und Maschinen Englands. 2. Aufl., S. 506, Nr. 2.

3) Essai sur la Théorie des affuts etc., §. 92.

4) Literatur: Rubo, L'Art du Menuisier-Carrossier, Paris 1771. Ein Werk, welches für den Bau der Wagenkasten, besonders wegen der beigegebenen schönen Kupferstiche immer noch studirt zu werden verdient. — Bickes, Anleitung zur Kenntniss und richtigen Beurtheilung aller Arten von Equipagen, oder Darstellung der Kunst der Kutschenfabrikation in ihrem ganzen Umfange. Freiburg im Breisgau 1829. Der Verfasser, seiner Zeit Chef der Schlaff'schen Kutschenfabrik zu Rastatt, hat mit genanntem Buche eine für Praktiker ganz vorzügliche Arbeit ge-

Eleganz mit möglichstem Comfort für die darin sitzenden Personen. Hierzu hat der Unterwagen völlig unterlaufende Vorderräder (den vierrädrigen Wagen als Prototyp genommen), der Oberwagen besitzt das eigenthümliche Kutsch- oder Bockgestell, welches mit dem stets in Federn [1]) hängenden Kasten verbunden ist, während letzterer mit gefälligen Formen und gewisser Leichtigkeit dennoch vollständige Festigkeit und Solidität vereinigt, und endlich der sich sanft fahrende Bau in der Regel eine Darlegung ausgezeichneter Leistungen der Wagner, Stellmacher, Schlosser, Sattler, Gürtler, Maler und Lackirer ist.

Was zunächst den Vorderwagen des Untergestells anlangt, so erfordert die Erklärung desselben die gleichzeitige Mitbetrachtung derjenigen Theile, worauf der Kutscherbock ruht. Mit Zuziehung von Fig. 87 bis mit 92 (nach

liefert, obwohl der constructive Theil Einiges, die beigegebenen Abbildungen aber noch mehr zu wünschen übrig lassen. — Lebrun, Manuel du Charron et du Carrossier. Paris 1833. Deutsch unter dem Titel: Theoretisch-praktisches Handbuch des Wagners, Stellmachers und Chaisenfabrikanten. (Auch Bd. 65 des neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke. Weimar 1835, bei Voigt.) Ein lesenswerthes Buch, was in seiner deutschen Bearbeitung mit dem vorbemerkten Werke (von Bickes) verschmolzen ist. — Beckmann, Handbuch für Wagenfabrikanten. Weimar bei Voigt. 1. Aufl. 1848. Auch Bd. 65 des neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke. Vierte vermehrte und verbesserte Auflage 1865, bearbeitet von W. Rausch, Geschäftsführer der Lindner'schen Wagenfabrik in Halle. Durch diese letztere Bearbeitung ist dies Buch zu einem höchst empfehlenswerthen seiner Art geworden, dem nur noch einige nach Maassstab gezeichnete Constructionsblätter beigegeben sein sollten. — Möser und Fink, Musterzeichnungen für Techniker. Dritte Abtheilung. Wagnerwerkstätten und Wagnerarbeiten. Darmstadt 1848. Hier finden sich speciell 25 Folioblätter nach Maassstab gezeichneter Luxusfuhrwerke, die namentlich für junge Handwerker und Techniker sehr empfehlenswerth sind. Der beigegebene Text ist höchst mangelhaft. — Album für Wagenbauer, Mustersammlung der neuesten Wagenzeichnungen. Verlag von A. Jonas in Berlin. Von ungenanntem Verfasser, der naturgemäss englische und französische Muster zu benutzen versteht. Giebt nur schöne colorirte Bilder ganzer Wagen, ohne Constructionen beizufügen. — Meitinger, Wagenbauzeitung, erscheint in München im Selbstverlage des Verfassers, der sich viel Mühe giebt, seine Zeitschrift emporzubringen, bis jetzt aber weit übertroffen wurde von Brice-Thomas, Le Guide du Carrossier. Industrielle Zeitschrift für Wagenbau, Sattlerarbeit, Paris. Erscheint alle zwei Monate, ist zur Zeit das Allerbeste seiner Art, zumal es auch Constructionszeichnungen in wahrer Grösse liefert. — C. J. A. Dick, Publication etc. Paris, 25 Avenue d'Antin. Veröffentlichung von bunt ausgeführten (Bildern) Zeichnungen neuester geschmackvoller Luxuswagen, die, wie Brice-Thomas' Zeitschrift, noch fortwährend erscheinen und sehr beliebt sind.

1) Kröncke (a. a. O. §. 76) rieth bereits 1802 auch Lastwagen mit Federn zu versehen, was in England vielfach, in Deutschland aber wenig oder gar nicht geschieht.

einem hannoverschen Postwagen gezeichnet) wird man über das Constructive der Sache ohne Weiteres zur erforderlichen Einsicht gelangen, wobei kaum bemerkt zu werden braucht, dass in allen Abbildungen gleiche Theile immer mit denselben Buchstaben bezeichnet sind.

Auf der Mittelachse der Räder und zwar an den abgeplatteten Stellen *kk* bei den Enden, nahe den Achsschenkeln, sind Ständer *ll* (Fig. 90 und 91

Fig. 87.

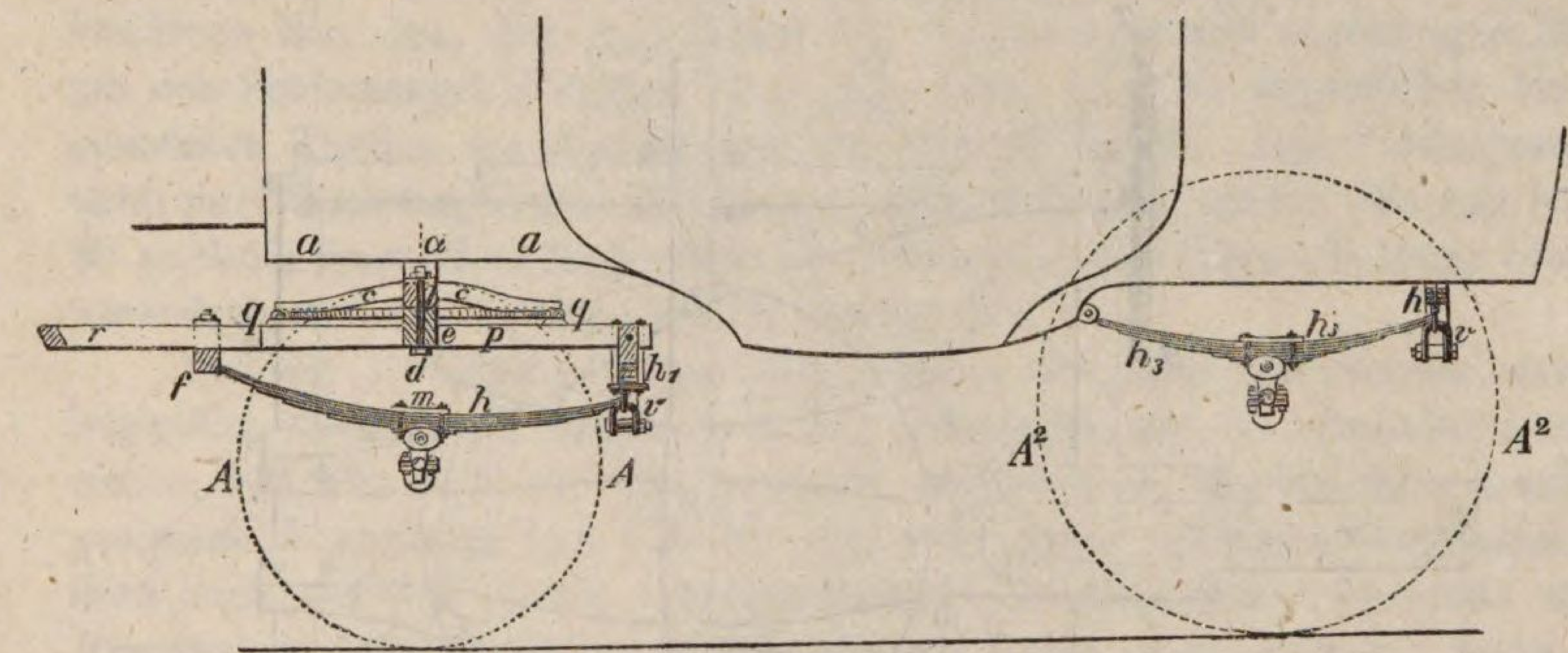
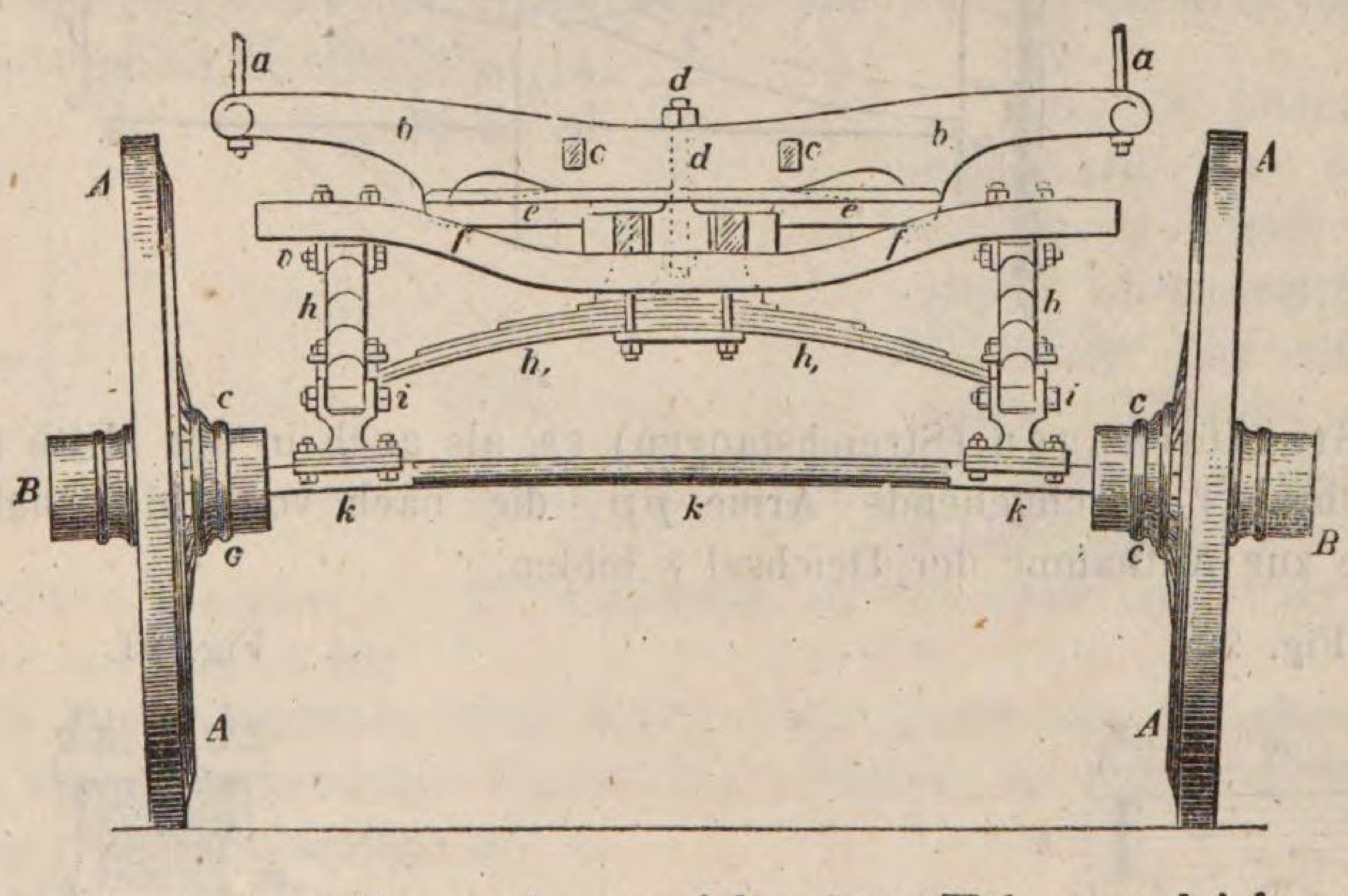


Fig. 88.



im Détail und grösseren Maassstabe gezeichnet) zur Höhenausgleichung befestigt (welche als Ersatz des sonst gebräuchlichen Federholzes dienen), um sowohl die Druckfedern *hh* gehörig zwischen *mm* anbringen, als der ganzen Feder auch eine gewisse Drehung (Beweglichkeit) um den Bolzen *i* gestatten zu können.

Diese Längenfedern *hh* sind mit ihren Enden einerseits durch Gehänge (Federtaschen) *vv* mit einer Querfeder *h'* (zu einem sogenannten Federwerke), andererseits durch den Steifschwengel oder die Sprengwage *ff* unter einander verbunden[1]), so dass (im Grundriss betrachtet) ein vollständiges Ge-

1) Bei *f* Fig. 87 sind durch ein Versehen des Zeichners die Gehänge *v* am anderen Ende weggelassen.

vier (ein Rechteck) *fhh'h* (Fig. 89) gebildet wird. Aus Fig. 87 und 88 erhellt übrigens, dass die Mitte der Querfeder *h'* an einem sogenannten Federklotze befestigt ist, der zwischen den hinteren Enden der Arme *pp* herabhängt. Zur festeren Verbindung (Verstrebung) dieses Geviers dienen sowohl die sogenannten Streitstangen (Streichstangen) *ss*, als auch in der Mitte (nach der Längenrichtung) durchgehende Arme *pp*, die nach vorn hin zugleich die Scheere zur Aufnahme der Deichsel *r* bilden.

Fig. 89.

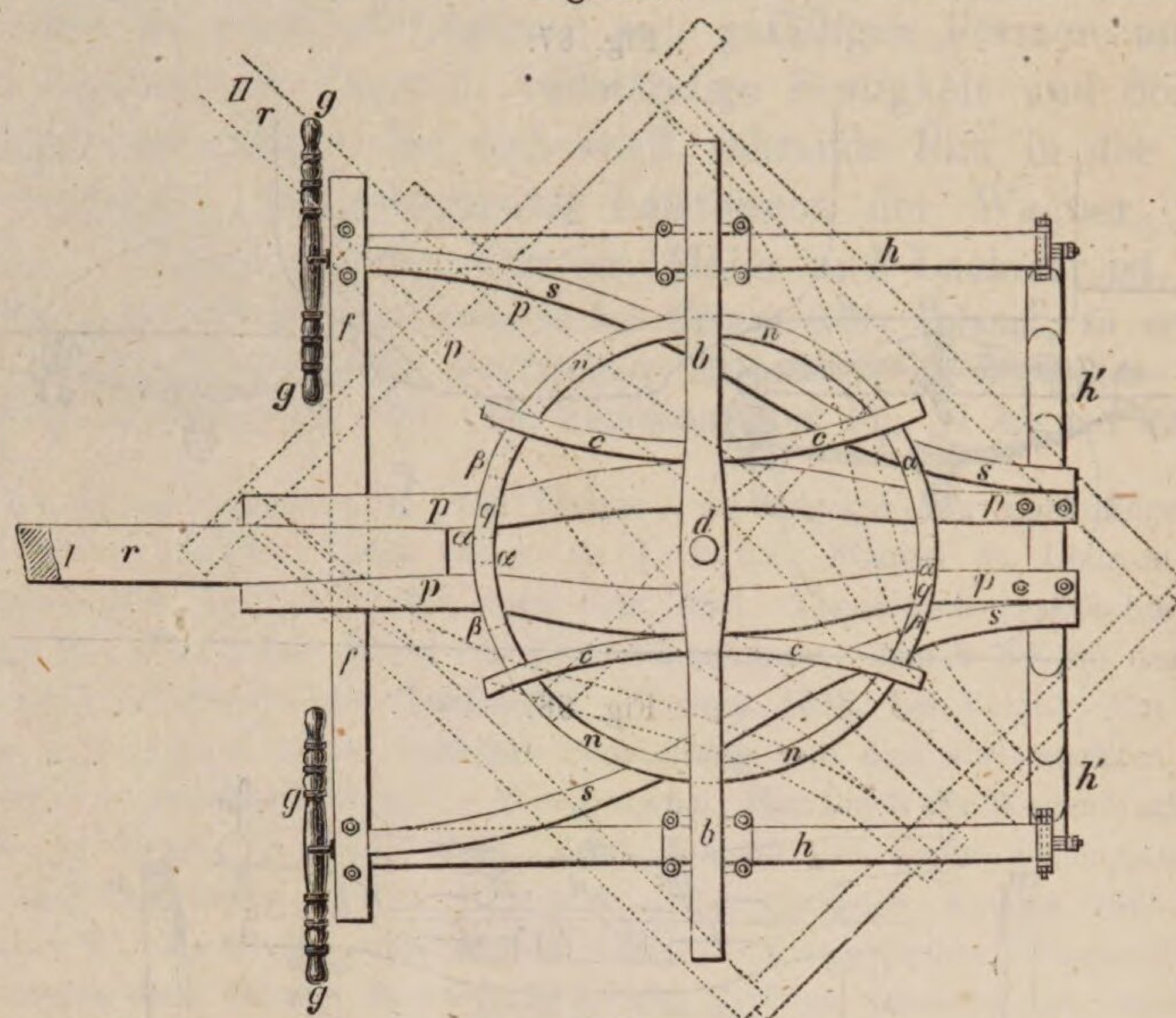


Fig. 90.

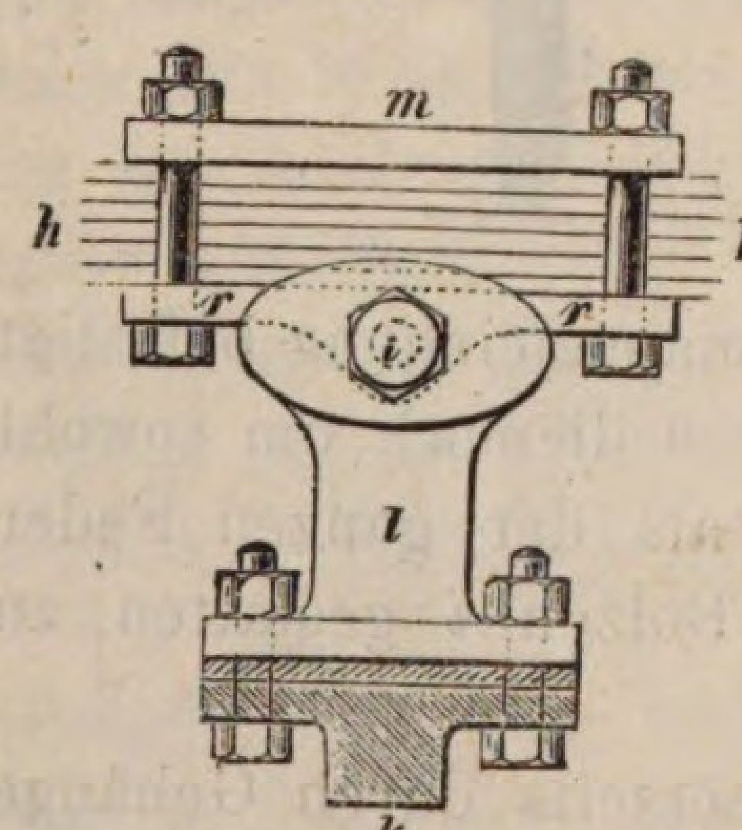
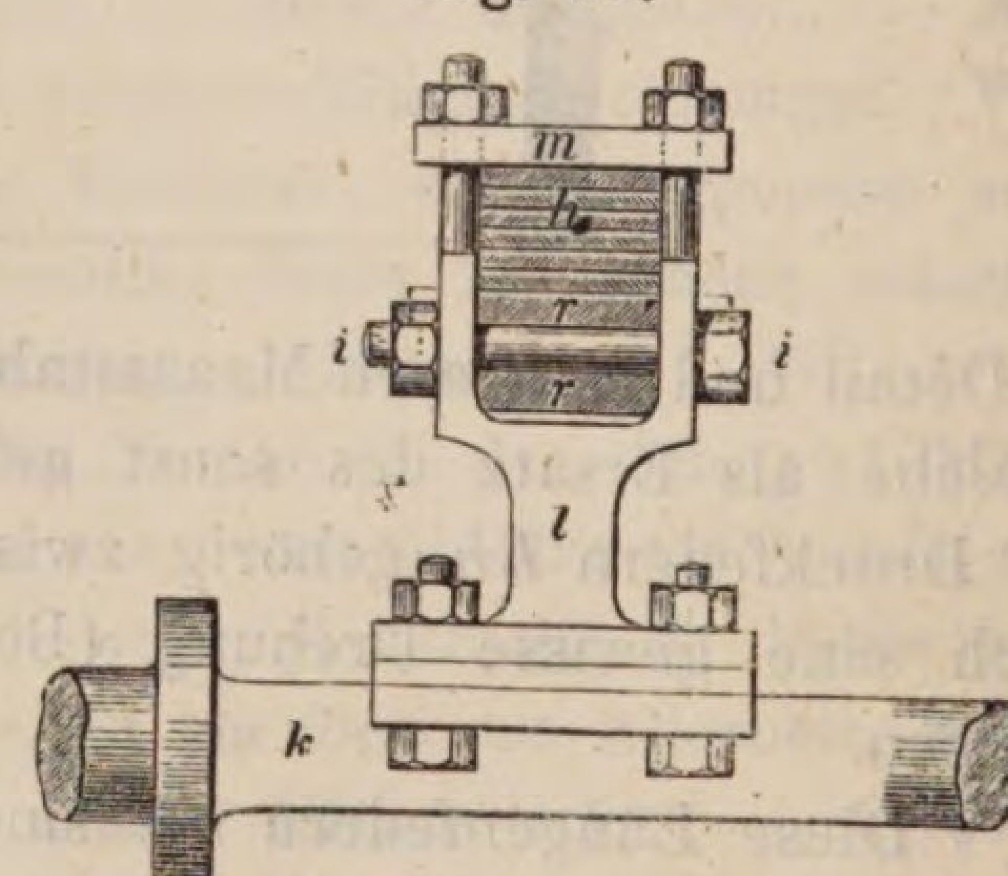


Fig. 91.

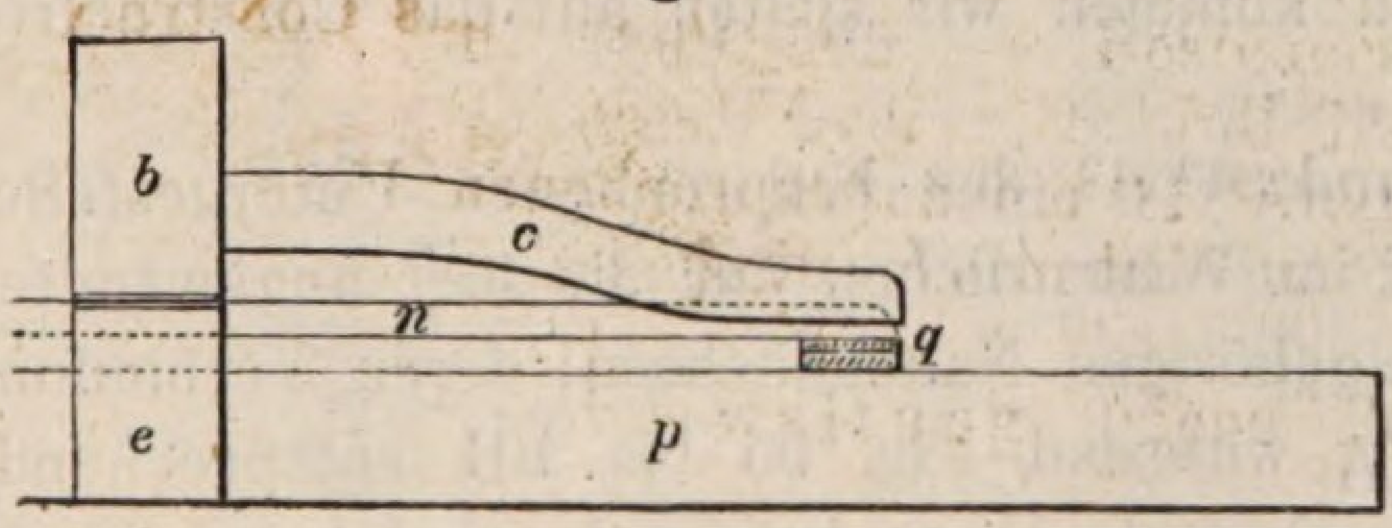


Quer über den Armen *pp*, in der Mitte des Vierecks *fhh'h,* woselbst für die Drehung des ganzen Untergestells der Schlossnagel, Spannnagel (Reibnagel) *d* angebracht werden muss, ist als Träger und Zange der sogenannte Achsstock *e* befestigt, dessen Enden bis zu den Streitstangen *ss* reichen, woselbst sie gehörig eingeschnitten sind.

Den Hauptträger des Bockgestelles [1]) bildet der sogenannte Bockschemel *bb*, womit der kreisförmige Ring, Kranz (Scheibenkranz) *nn* (Fig. 89), als auch die krummen Versteifungen, Bügel *cc*, die Zwieseln (nach der Sprache der Praktiker) zu einem Ganzen vereinigt sind. Mit den äusseren Enden des Bockschemels *b* wird endlich der Wagenkasten durch Schraubenbolzen *aa* (Fig. 88) fest verbunden. Während hiernach Bockschemel, Kranz und Zwieseln unten am Wagenkasten unverrückbar befestigt sind, machen ebenso Achsstock, Arme, Sprengwaage und Streitstangen einen unter einander fest verbundenen Bau aus, der sich indess mit Vorderachse und zugehörigen Rädern um den Schlossnagel *d* drehen lässt und dessen Lage zu sämmtlichen bis jetzt genannten Theilen am deutlichsten aus Fig. 87 erhellt. Das Vordergestell in verdrehter Richtung gegen die Längenausdehnung des ganzen Wagens ist Fig. 89 punktirt angegeben und dabei die Deichsel *r* zur Unterscheidung (von der unverdrehten Lage *I*) noch mit *II* bezeichnet.

Um die Reibung zwischen dem Kranze *nn*, den betreffenden darunter liegenden Theilen der Arme *pp* und den Streitstangen *ss* möglichst herabzuziehen, hat man nicht nur die Unterseite des Kranzes an zwei Stellen auf eine geeignete Bogenlänge ($\alpha\beta$ Fig. 89) vorn und hinten mit Eisen beschlagen, sondern auch auf den Armen correspondirende, concentrische, ebenfalls eiserne Ringstücken (die Vorder- und Hinterkranzfelgen) *qq* angebracht, deren Lage zu den übrigen genannten Theilen (Bockschemel *b*, Zwieseln *c*, Scheibenkranz *n*, Arme *p* und Achsstock *e*) am besten aus der in grösserem Maassstabe gezeichneten Fig. 92 erhellt [2]).

Fig. 92.



Eine bei weitem elegantere Construction der so eben beschriebenen Theile eines sogenannten Vordergestelles zeigt Fig. 93, welche dem neuesten Preiscourant (1866) der ausgezeichneten Fabrik von Kutschwagenbestandtheilen der Firma Dick und Kirschten (Inhaber C. T. Wecker) zu Offenbach am Main (Grossherz. Hessen) entnommen ist.

In dieser Abbildung (Fig. 93) sind alle Theile mit denselben Buchstaben wie in den vorhergehenden Figuren bezeichnet [3]), so dass eine besondere Erklärung nicht erforderlich ist.

1) In der Abbildung Fig. 89 ist das Achsholz nur punktirt (bei verdrehtem Unterwagen sichtbar) und erscheint dort demgemäss den Bockschemel *b* kreuzend als Durchmesser des Kranzes, eines mit *nn qq* bezeichneten Kreises.

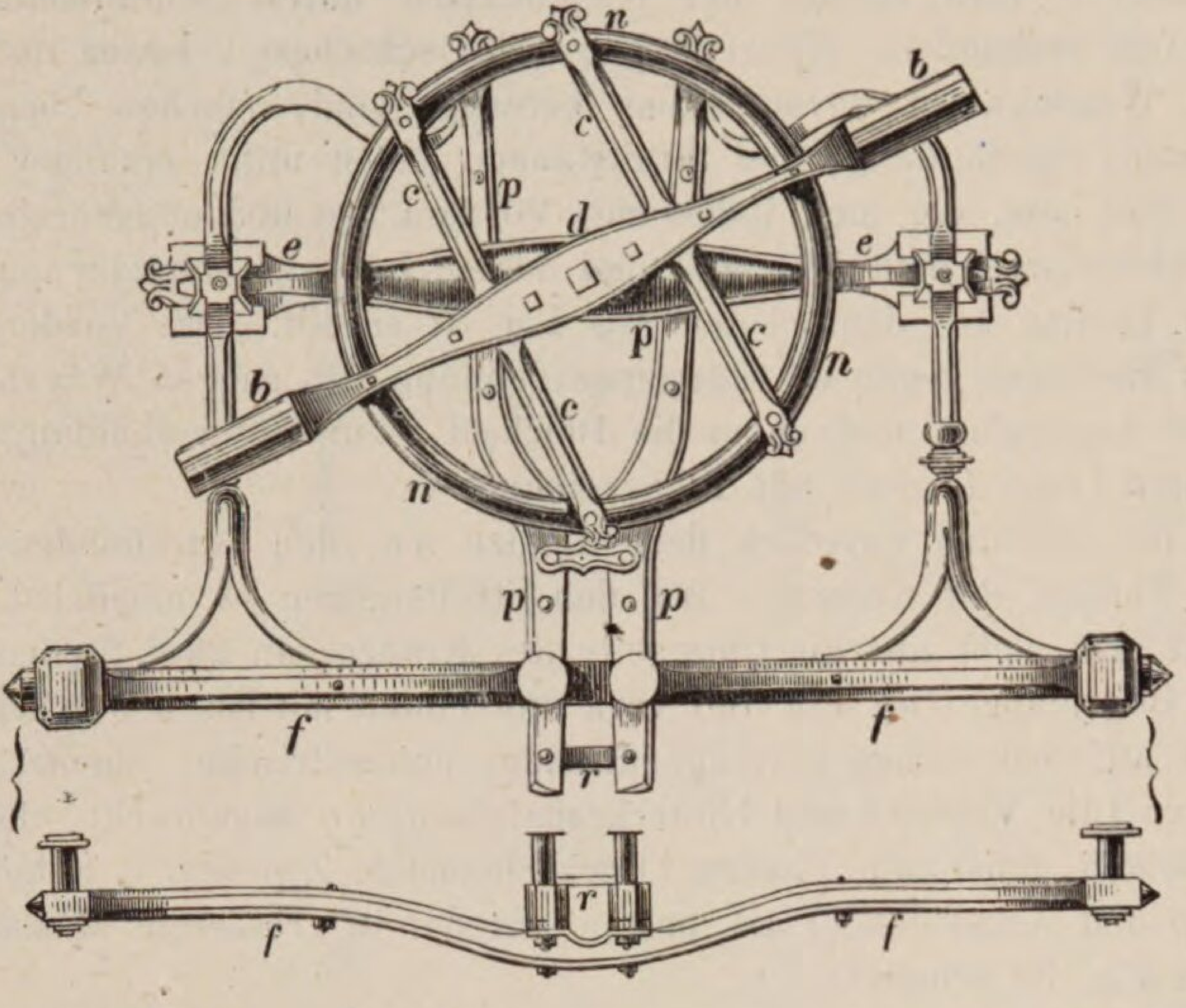
2) Durch ein Versehen des Zeichners ist in Fig. 92 nur die hintere Kranzfelge *q* im Durchschnitte gezeichnet. Man vergleiche übrigens hiermit die entsprechende Stelle der Fig. 87.

3) Der Uebersicht wegen stellen wir die Namen aller bereits besprochenen, Theile von Fig. 93 hier zusammen. Es ist *b* der Bockschemel, *cc* sind die Zwieseln, *nn* ist der Kranz, *ee* der Achsstock, *pp* die Arme, *ss* die Streitstangen, *ff* die Sprengwaage, und zwar diese als englischer Steifschwengel ausgeführt.

Bayerische Staatsbibliothek München

Was den Hinterwagen Fig. 87 anlangt, so erhellt die Verbindung der Langfedern h_3 mit der Querfeder h, den zugehörigen Federtaschen v etc. mit Hinterachse und Wagenkasten ohne Weiteres aus der Abbildung. Der Wagen

Fig. 93.



ist ohne Langbaum ausgeführt und kommen wir später auf das Constructive des Gegenstandes speciell zurück.

Was von den Rädern AA und A^2A^2 des besprochenen Untergestelles noch zu erörtern übrig ist, betrifft im Wesentlichen nur die hier angewandten englischen Patentachsen und zugehörigen Nabenbüchsen, deren Verbindung mit dem Rade aus Fig. 94 erhellt, während Fig. 95 bis 101 entsprechende Details derselben ($^1/_{12}$ wahrer Grösse) sind. Diese Achsen kz und Achsbüchsen stammen von einem Engländer John Collinge her, der bereits 1787 das erste Patent[1]) auf die Construction derselben nahm und sie später noch verbesserte, bis sie die Gestalt unserer Abbildungen erhielten, in der sie jetzt ganz allgemein bei Luxusfuhrwerken Anwendung finden. Gegenwärtig verfertigt man Collinge-Achsen und Büchsen in Deutschland eben so gut wie in England[2]).

1) Patent Specification Nr. 1626 vom 1. December 1787. John Collinge: Carriage and other Wheel-Boxes and Axles. — Ein zweites Patent unter Nr. 1899 datirt vom 17. August 1792; ein drittes Nr. 3410 vom 9. September 1811. Sämmtliche Specificationen sind mit Abbildungen begleitet.

2) Der neueste Preiscourant der Firma Dick und Kirschten (C. T. Wecker) in Offenbach enthält Folgendes:

a) Durchmesser des abgedrehten Schenkels in Millimetern.

b) Länge der Büchse.

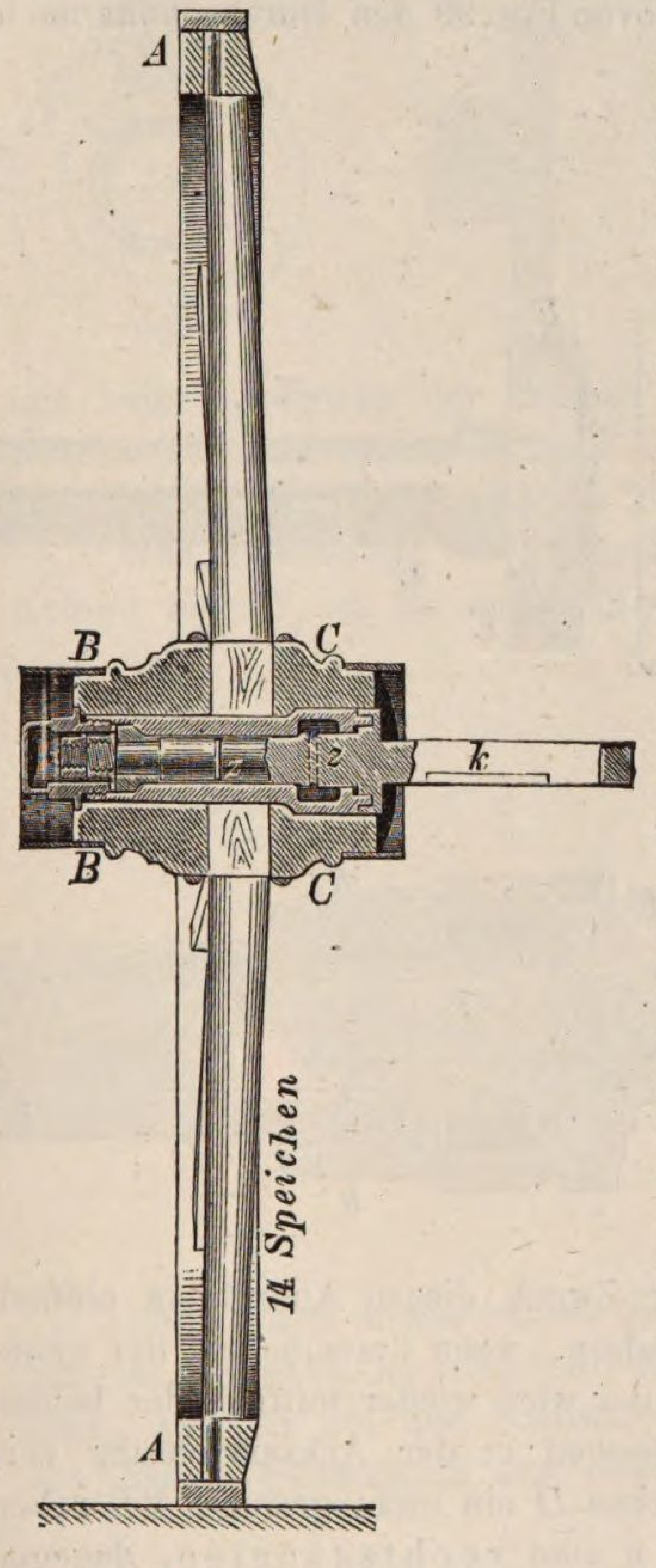
c) Preis ohne Lappen.

d) Preis mit Lappen.

Bayerische Staatsbibliothek München

Eine Abart dieser Construction (aber auch von Collinge bereits angegeben), etwas einfacher und deshalb wohlfeiler bilden die früher vorzugsweise bei den englischen Briefpostwagen angewandten Achsen und Achsbüchsen, die man deshalb auch noch heute unter dem Namen Mail-Patent-Achsen kennt und wovon Fig. 102 bis mit 105 ebenfalls genaue Abbildungen (in $^1/_{12}$ der natürlichen Grösse) sind.

Fig. 94.



Bei beiden Achsen und Büchsen sind gleiche Theile mit denselben Buchstaben bezeichnet. So in sämmtlichen Figuren die eigentliche Achse mit *A*, die Achsschenkel mit *B*, die Nabenbüchse mit *D*, die Stossscheibe mit *E* etc. Zwischen *D* und *E* ist (Fig. 96) eine ringförmige Lederscheibe *v* gelegt, die sowohl zur Dichtung als auch dazu dienen soll, etwaige Seitenstösse minder schädlich zu machen. Die ebenfalls cylindrische Erweiterung *F* der Büchse *D* bildet in ihrem hohlen Raume die Kammer zur Aufnahme des Oeles oder der Schmiere, zu welchem Raume man jedoch nur gelangen kann, wenn alle Theile der ganzen Patentbüchse aus einander genommen werden. Der Hauptunterschied zwischen Collinge und Mail liegt in der Art und Weise, wie das Ablaufen der Achsbüchse *D*, respective des ganzen Rades vermieden wird.

Bei Collinge ist der betreffende Haupttheil der sogenannte Kragen *x* (Fig. 101 in drei verschiedenen Ansichten gezeichnet), gegen dessen schiefe Fläche $\alpha\beta$

I. Collinge-Patent-Achsen und Büchsen.

a)	30		32½		35		37½		40		42½		45		47½		55		55	
b)	180		190		200		210		220		230		240		250		260		270	
	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ
c)	25	10	25	10	27	10	29	25	32	17	34	10	37	25	41	25	46	10	57	25
d)	26	10	26	10	28	10	30	25	33	25	35	20	39	10	43	10	48	—	59	20

Die Preise verstehen sich pro Garnitur (von vier Schenkeln) mit Schlüsseln.

II. Beste Mail-Patent-Achsen und Büchsen.

a)	30		32½		35		37½		40		42½		45		47½		50		55	
b)	180		190		200		210		220		230		240		250		260		270	
	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ	℔	ℋ
c)	20	15	20	15	22	20	24	25	27	5	28	20	31	15	34	25	35	20	48	25
d)	21	10	21	10	23	15	25	20	28	10	30	—	33	—	36	10	40	25	50	20

Vier Schenkel ohne Schlüssel, ohne Schrauben und ohne Nägel.

sich der dünnere Theil der Büchse *D* lehnt, wie Fig. 96 hinlänglich erkennen lässt. Innerhalb ist dieser Ring nicht ganz kreisförmig, sondern an einer Stelle *δ* (Fig. 100) abgeplattet, welche Abplattung mit dem ebenso gestalteten Theil *w* des Achsschenkels übereinstimmt, wovon Fig. 99 den Durchschnitt nach der Linie 3...4 Fig. 95 zeigt.

Fig. 95.

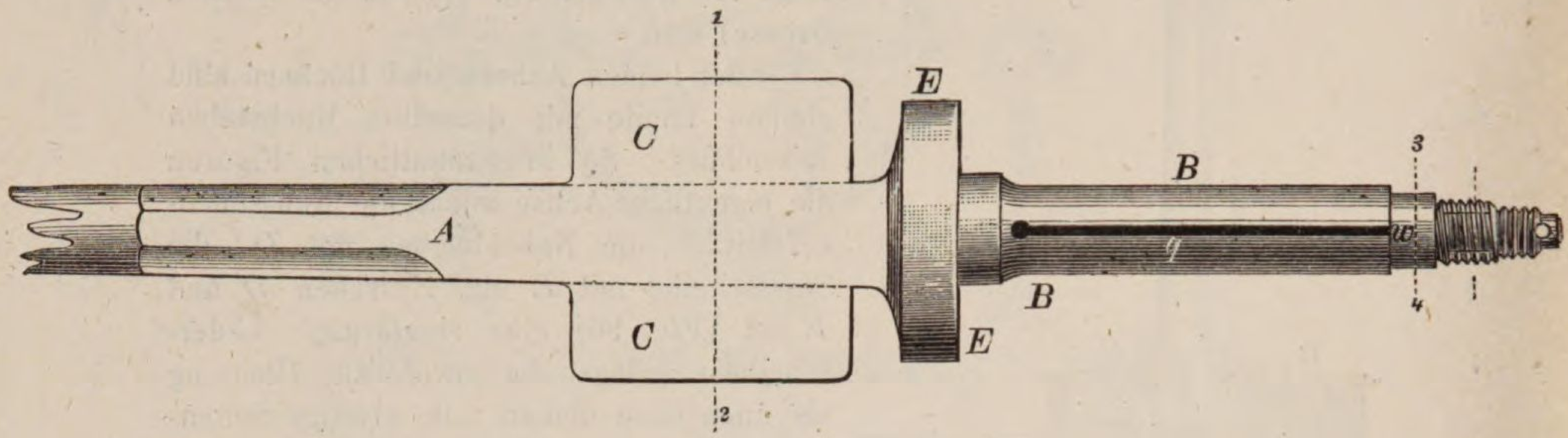
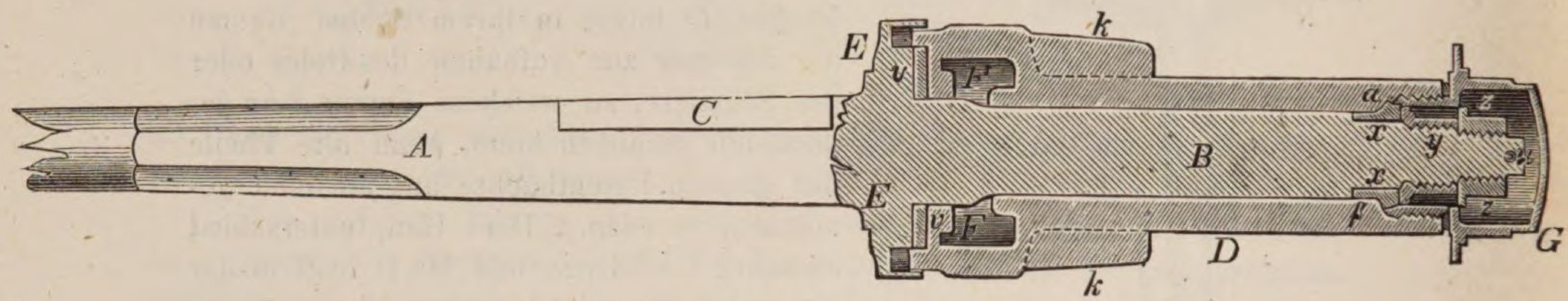


Fig. 96.



Leicht wird man erkennen, dass der Zweck dieser Anordnung einfach der ist, das Drehen des Kragens zu verhindern, wenn derselbe auf der gehörigen Stelle aufgebracht wurde. Der Kragen *x* wird wieder mittelst der beiden Schraubenmuttern *y* und *z* am Herunterschieben in der Achsenrichtung verhindert, wozu unter Umständen die Achsbüchse *D* ein nicht geringes Bestreben hervorbringt. Dabei ist die eine Schraube *y* eine rechtsgängige, dagegen die andere *z* eine linksgängige, damit sowohl beim Vor- wie Rückwärtsfahren ein Losgehen nicht zu befürchten steht; endlich wird noch vor der Mutter *z* ein Vorsteckstift eingebracht. Das ganze vordere Ende der Büchse *D* verschliesst endlich eine Staubkapsel *G*.

Jede der Büchsen *D* ist an ihrer Aussenfläche (am stärkeren Theile) mit zwei Nasen *k* versehen, die zum Festkeilen der Büchse in der hölzernen Radnabe und also dazu dienen, ein selbstständiges Umdrehen der Büchse in der Nabe zu verhindern. Schliesslich werde bemerkt, dass *q* eine Schmierrille und *C* der Lappen ist, auf welchem die Federn zum Tragen des Wagenkastens befestigt werden.

Bei der Mail-Patent-Achse wird das Ablaufen der Büchse *D* nebst Rad vom Schenkel *B* mittelst zweier schmiedeeiserner Scheiben *S* und *T* (Fig. 101) vermieden, welche durch drei Schraubenbolzen *a* mit einander vereinigt sind und die Büchse *D* zwischen sich fassen.

Dabei ist *b* wieder eine Lederscheibe, gegen welche sich der äusserste, besonders abgedrehte Rand *m* (Fig. 103) am weiten Ende der Büchse lehnt

Fig. 97

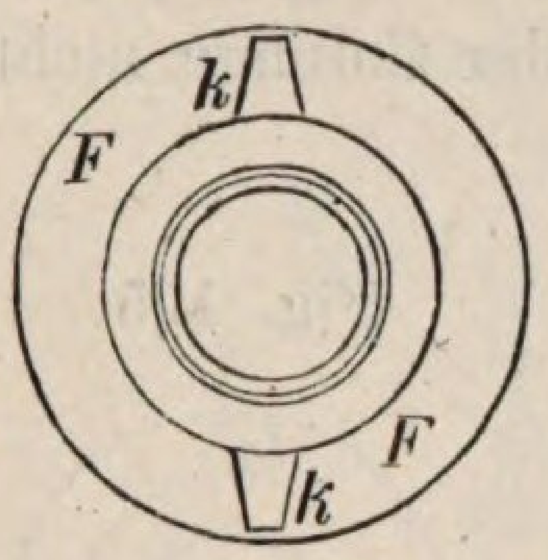


Fig. 98.

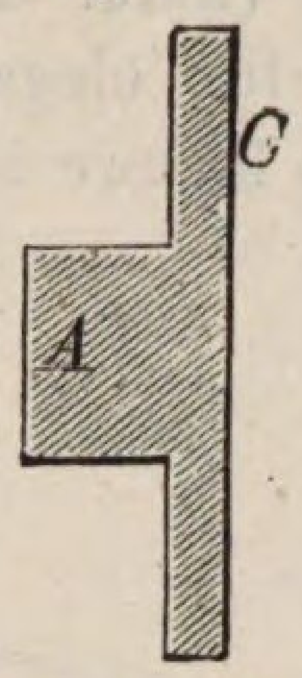
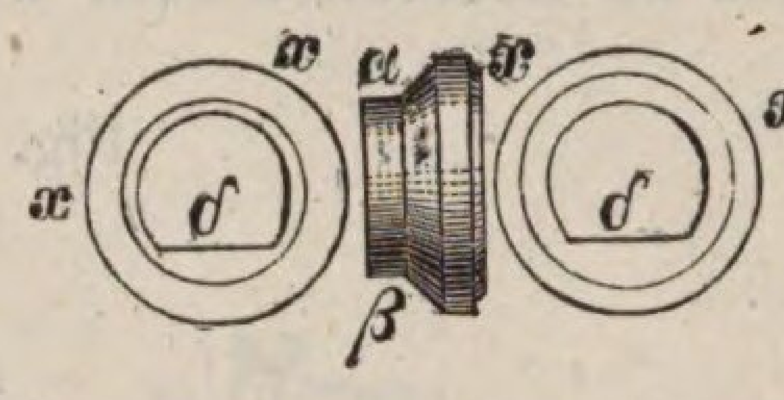


Fig. 99.



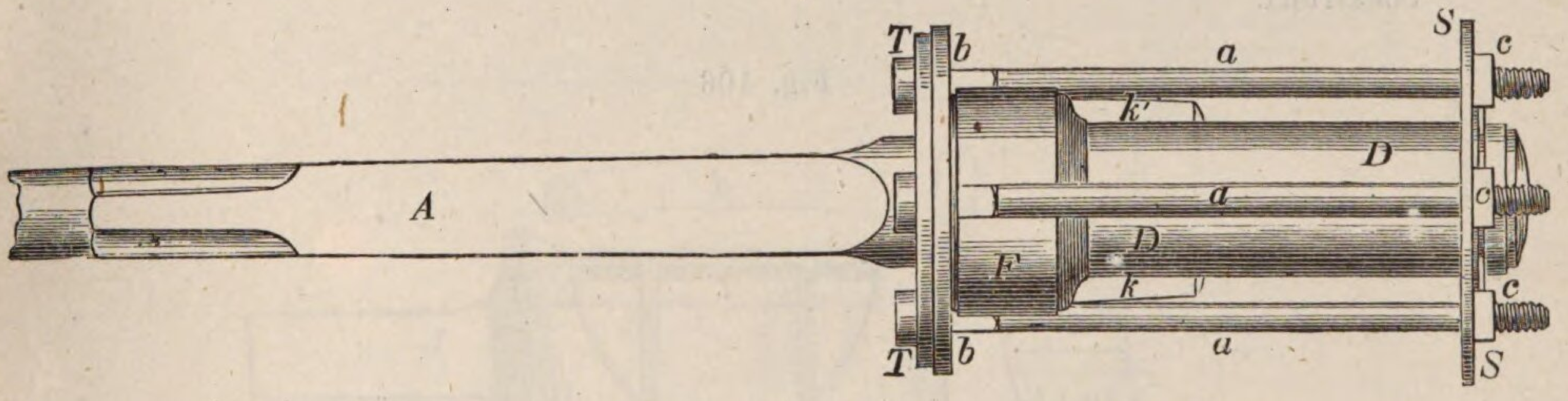
Fig. 100.



und beim Umdrehen der Büchse reibt. Von den in Fig. 102 weggelassenen Scheiben *T* und *S* hat letztere ihren Platz in dem ringförmigen Raume *nn* zwischen der Kapsel *G* und der Büchse *D*.

Was schliesslich die Vorzüge der einen oder anderen der beschriebenen Achsen betrifft, so ist man selbst in ihrem Vaterlande England noch nicht ganz einig.

Fig. 101.



Einleuchten dürfte jedoch die grössere Sicherheit der Mail-Büchse weil hier ein Losgehen der drei Schraubenmuttern *c* gewiss weit weniger zu erwarten steht, als dies bei den Schrauben *y* und *z* der Collinge der Fall ist, welche den ganzen Seitendruck der Büchse *D* auszuhalten haben, der bei Mail von

Fig. 102.

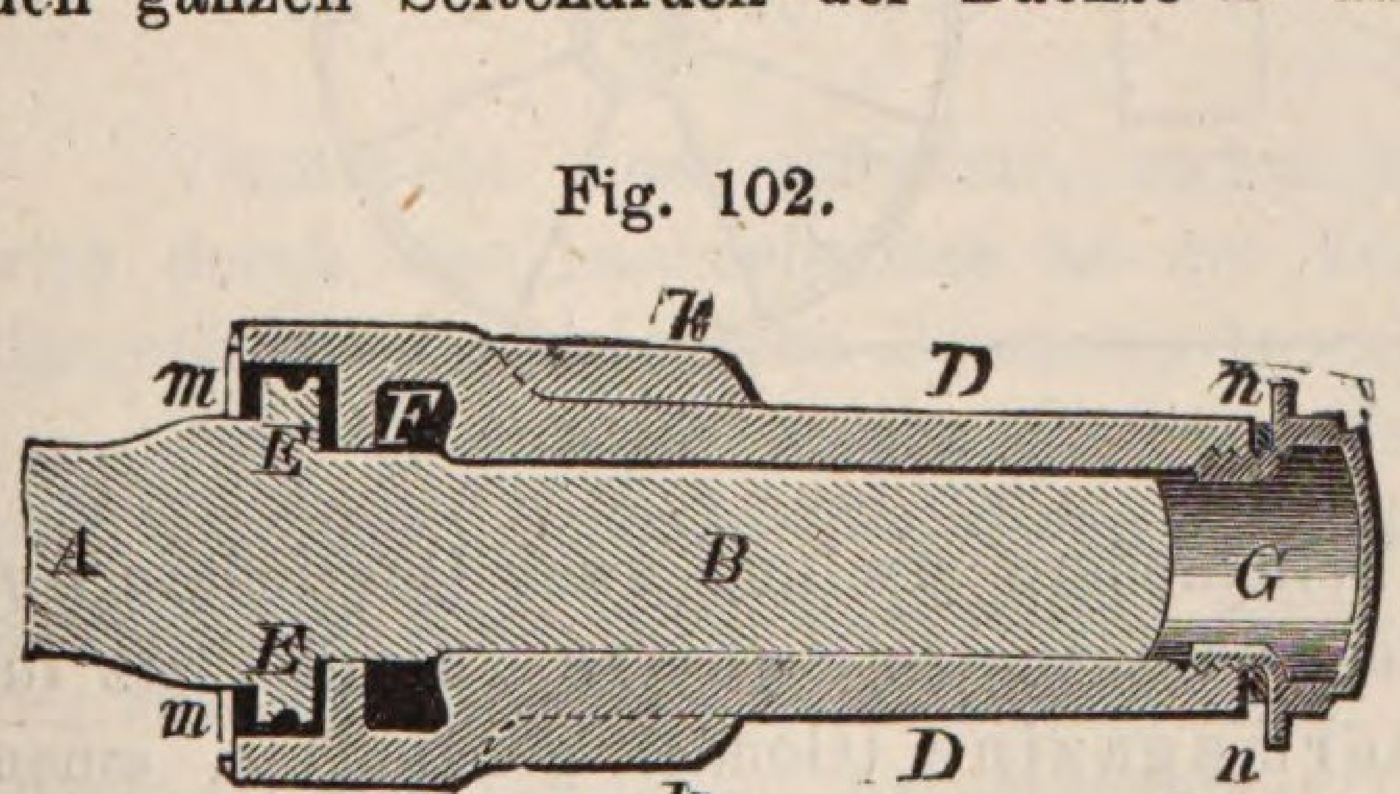
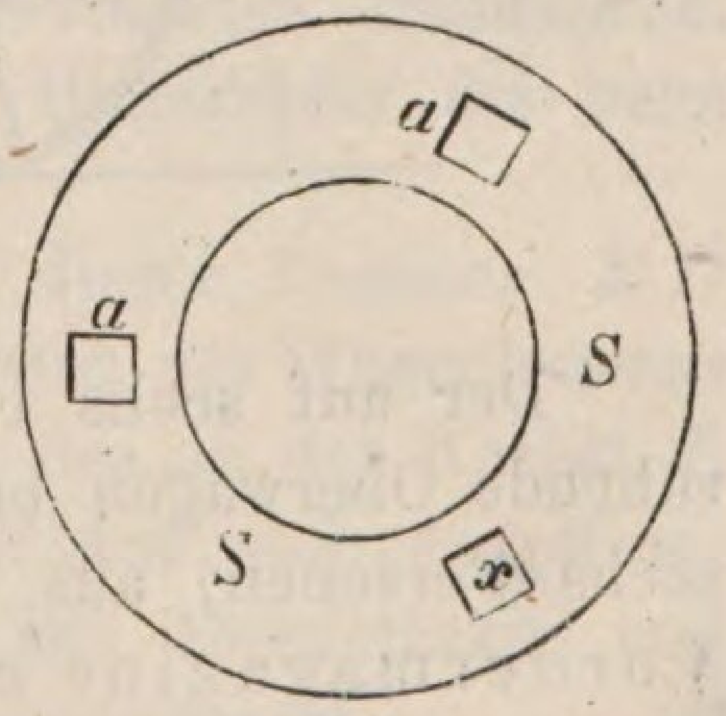


Fig. 103.



dem Ansatze *E* (Fig. 104), gegen welchen sich im schlimmsten Falle die Lederscheibe *b* (Fig. 101) lehnt, aufgenommen wird. Dagegen haben die Collinge den Vorzug des grösseren Dichthaltens gegen Schmutz und Staub, was sofort aus der Vergleichung der Durchschnittsfiguren Fig. 96 und 102 klar werden wird,

wo bei der Mail der Achsschenkel *B* völlig offen liegt, sobald die Staubbüchse *G* entfernt wird, bei der Collinge dagegen der Kragen *x* ein neues Mittel der Absperrung für Unreinigkeiten bildet, welche bereits in die Büchse *G* gelangt sein möchten. Dass Mail eine stärkere Nabe (unter sonst gleichen Umständen) als Collinge erfordert, dürfte namentlich für elegante Stadtwagen gegen jene sprechen, sowie andererseits der jedenfalls höhere Preis der Collinge nicht ganz zu übersehen sein wird.

Fig. 104.

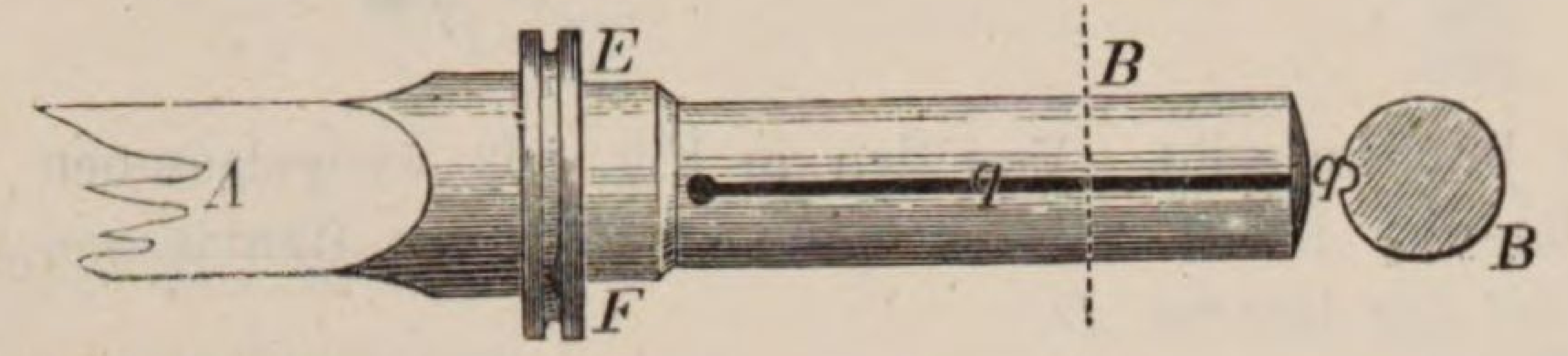
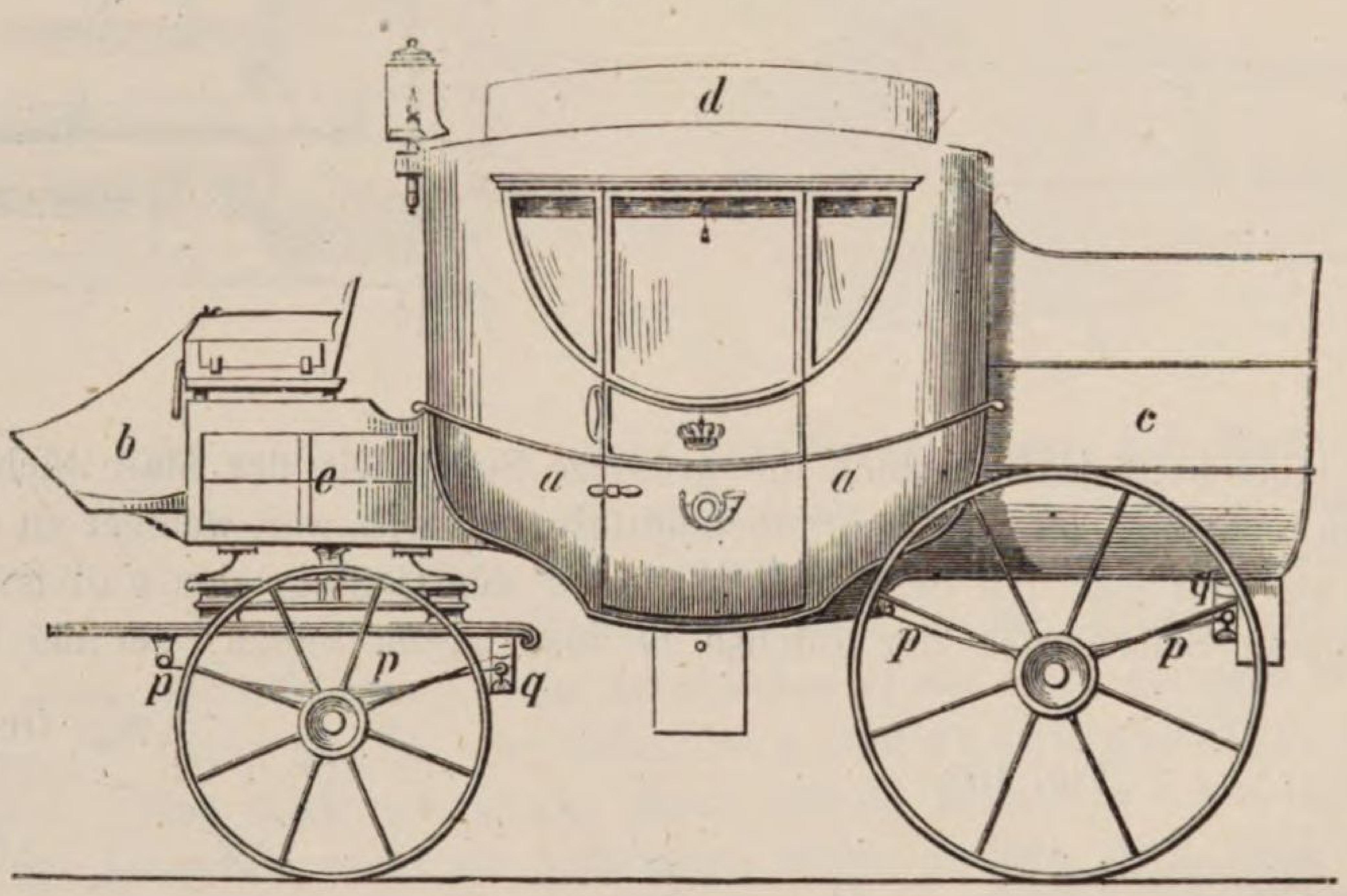


Fig. 105.



Fig. 106 zeigt (in $^1/_{48}$ wahrer Grösse) einen leichten, sechssitzigen, königlich hannoverschen Postwagen, dessen Untergestell (bis auf Kleinigkeiten) der vorbeschriebenen Anordnung entspricht. Der Unterwagen ist ohne Langbaum construirt.

Fig. 106.



Der auf sechs Federn (vier Seitenfedern *pp* und zwei Querfedern *qq*) ruhende Oberwagen besteht aus dem sogenannten Schiffe *aa* mit Platz für sechs Personen, aus einem Hintermagazine (Gondel genannt) *c*, einem Vordermagazine *e* (Magazin unter dem Bocke *b*) und auf der Schiffdecke aus einer mit Leder überzogenen Aufschnallkiste *d* (Vache [1]) genannt). In unserem speciellen Falle wird die Vache *d* durch eine die Bedachung des Schiffes

1) Vom französischen Worte Vache, Kuh, Kuhhautleder.

umlaufende Zarge (Kranz) gebildet und ihr Innenraum durch eine mit Haken und Kette versehene Decke aus Rindsleder entsprechend geschützt.

Fig. 107.

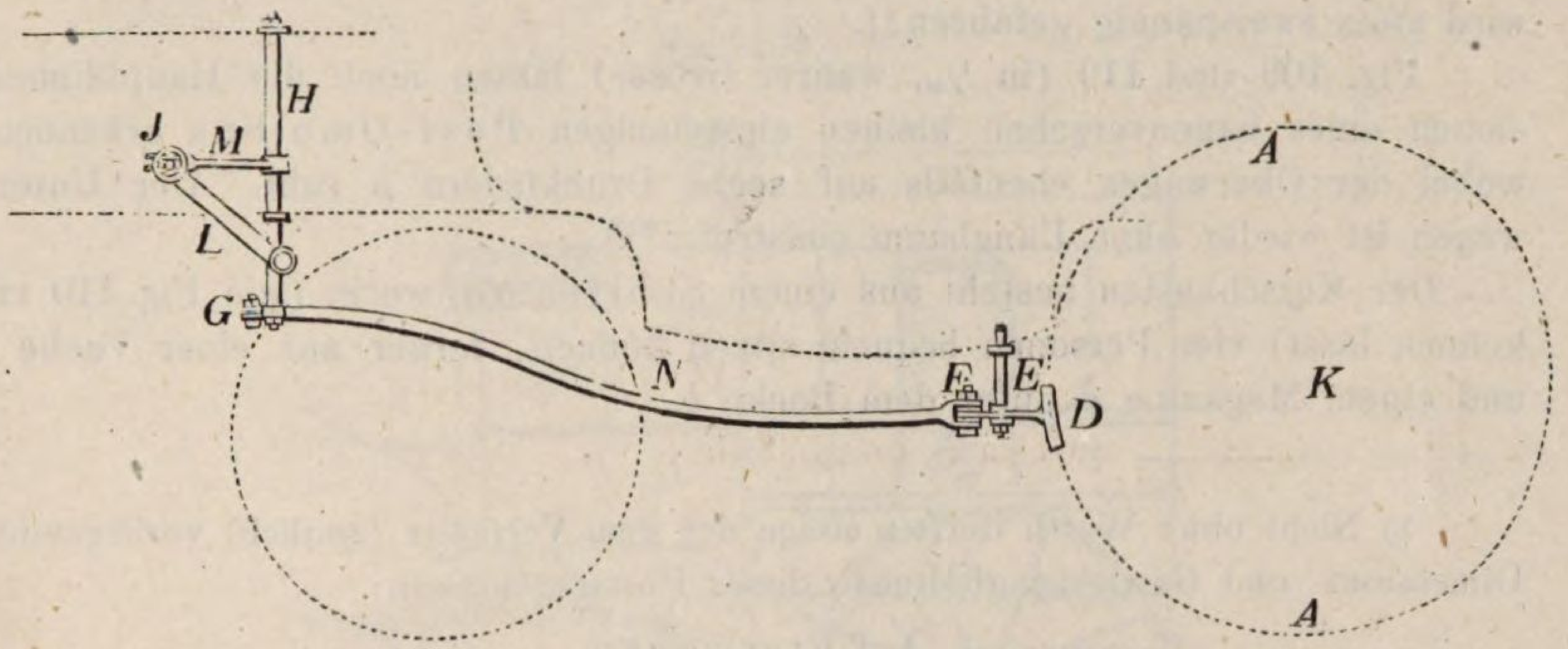
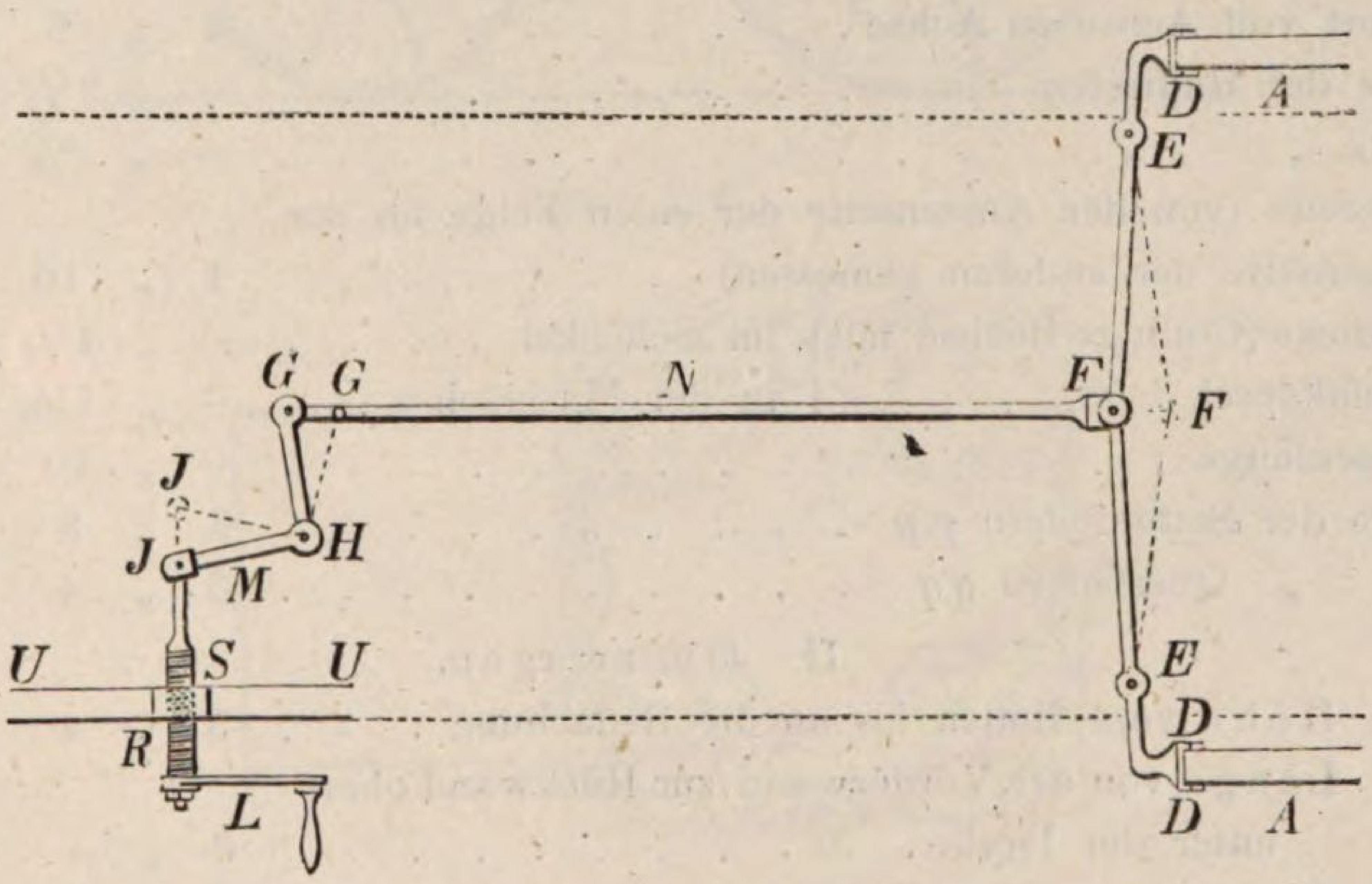


Fig. 108.



Vermittelst einer seitwärts, rechts am Bock angebrachten Handkurbel wird durch eine Backenbremse an der Vorderseite der Hinterräder die beim Bergabfahren erforderliche Hemmung bewirkt.

Fig. 107 und 108 zeigen die specielle Anordnung dieser Bremse. *DD* sind die beiden Bremsbacken, deren Kniestücke *E* am Boden des Wagenkastens aufgehangen sind. Die entsprechend vervielfachte Kraft des an der Kurbel *L* angreifenden Bremsers wird mittelst einer Zugstange *N* auf eine Art Kniehebelpaar *FED* (dessen unverrückbarer Drehpunkt *E* ist) übergetragen und durch letzteren Mechanismus die Bremskraft noch mehr vergrössert.

Die bedeutendste Multiplication der Kraft des Bremsers wird aber durch eine Schraube *S* hervorgebracht, deren Mutter *R* vorn am Bockrahmenstücke *U* unverrückbar befestigt ist. Bei der Drehung an der Kurbel *L* wird demnach die Schraube *S* gleichzeitig in eine drehende und fortschreitende Bewegung versetzt.

Zur Umsetzung der Bewegungsrichtung um 90 Grad dient ein an der kurzen Stange *H* unter dem Kutscherbocke aufgehangener Winkelhebel *JHG*.

Das Gewicht eines derartigen unbeladenen Postwagens darf, bei der Ablieferung aus der Fabrik, 18 Ctnr. nicht überschreiten. Für gewöhnliche Fälle wird stets zweispännig gefahren [1]).

Fig. 109 und 110 (in $1/_{40}$ wahrer Grösse) lassen noch die Hauptdimensionen eines hannoverschen kleinen einspännigen Post-Omnibus erkennen, wobei der Oberwagen ebenfalls auf sechs Druckfedern *p* ruht. Der Unterwagen ist wieder ohne Langbaum construirt [2]).

Der Kutschkasten besteht aus einem Schiffe *aa*, worin (wie Fig. 110 erkennen lässt) vier Personen bequem sitzen können, ferner aus einer Vache *c* und einem Magazine *d* unter dem Bocke *b*.

1) Nicht ohne Werth dürften einige der dem Verfasser (amtlich) vorliegenden Dimensions- und Gewichtsverhältnisse dieses Postwagens sein:.

I. Unterwagen.

Höhe der Vorderräder	3	Fuss	3	Zoll hann.
„ „ Hinterräder	4	„	3	„ „
Distanz von Achse zu Achse	7	„	6	„ „
Breite der Radreifen	—	„	$2^1/_4$	„ „
Stärke „ „	—	„	$^5/_8$	„ „
Spurbreite (von der Aussenseite der einen Felge bis zur Innenseite der anderen gemessen)	4	„	10	„ „
Achsdicke (Collings-Büchse mit Sandkapsel) im Schenkel	—	„	$1^1/_2$	„ „
Achsdicke (Collings-Büchse mit Sandkapsel) in der Mittelachse	—	„	$1^7/_8$	„ „
Büchsenlänge	—	„	10	„ „
Länge der Seitenfedern *pp*	3	„	8	„ „
„ „ Querfedern *qq*	3	„	4	„ „

II. Oberwagen.

Schiff: Höhe vom Boden bis an die Bedachung	5	„	4	„ „
Länge von der Vorderwand zur Rückwand oben unter der Decke	6	„	—	„ „
Breite von einer Thür zur anderen	5	„	6	„ „
Tiefe des Platzes auf dem Sitzkissen	1	„	$8^1/_2$	„ „

2) Einige Hauptdimensionen dieses Omnibus werden auch hier nicht ohne Interesse sein.

I. Unterwagen.

Höhe der Vorderräder	3	Fuss	6	Zoll hann.
„ „ Hinterräder	4	„	4	„ „
Distanz von Mitte zu Mitte der Achse	5	„	2	„ „
Radreifenbreite	—	„	2	„ „
Spurweite (wie vorher gemessen)	4	„	10	„ „

II. Schiff.

Höhe vom Boden bis an die Bedachung	5	„	4	„ „
Breite von Rückwand zu Rückwand, oben unter der Decke	5	„	—	„ „
Länge auf dem Sitzkissen	4	„	$3^1/_4$	„ „

Als Gespann dieses Omnibus verwendet man nach Umständen ein Pferd oder zwei Pferde.

Der Wagenfabrikant hat Sorge zu tragen, dass das Totalgewicht höchstens 1250 Pfd. beträgt.

Fig. 109.

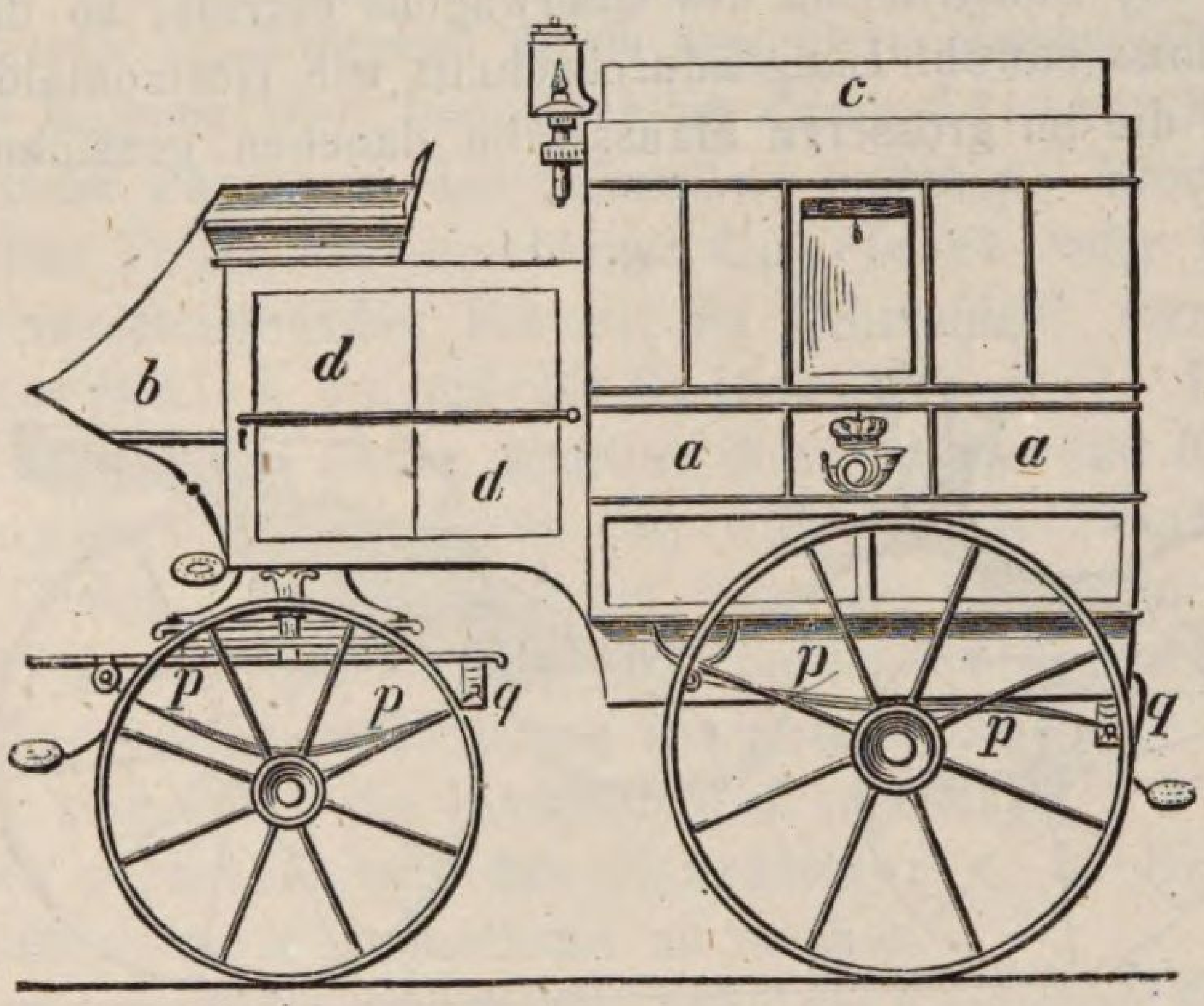
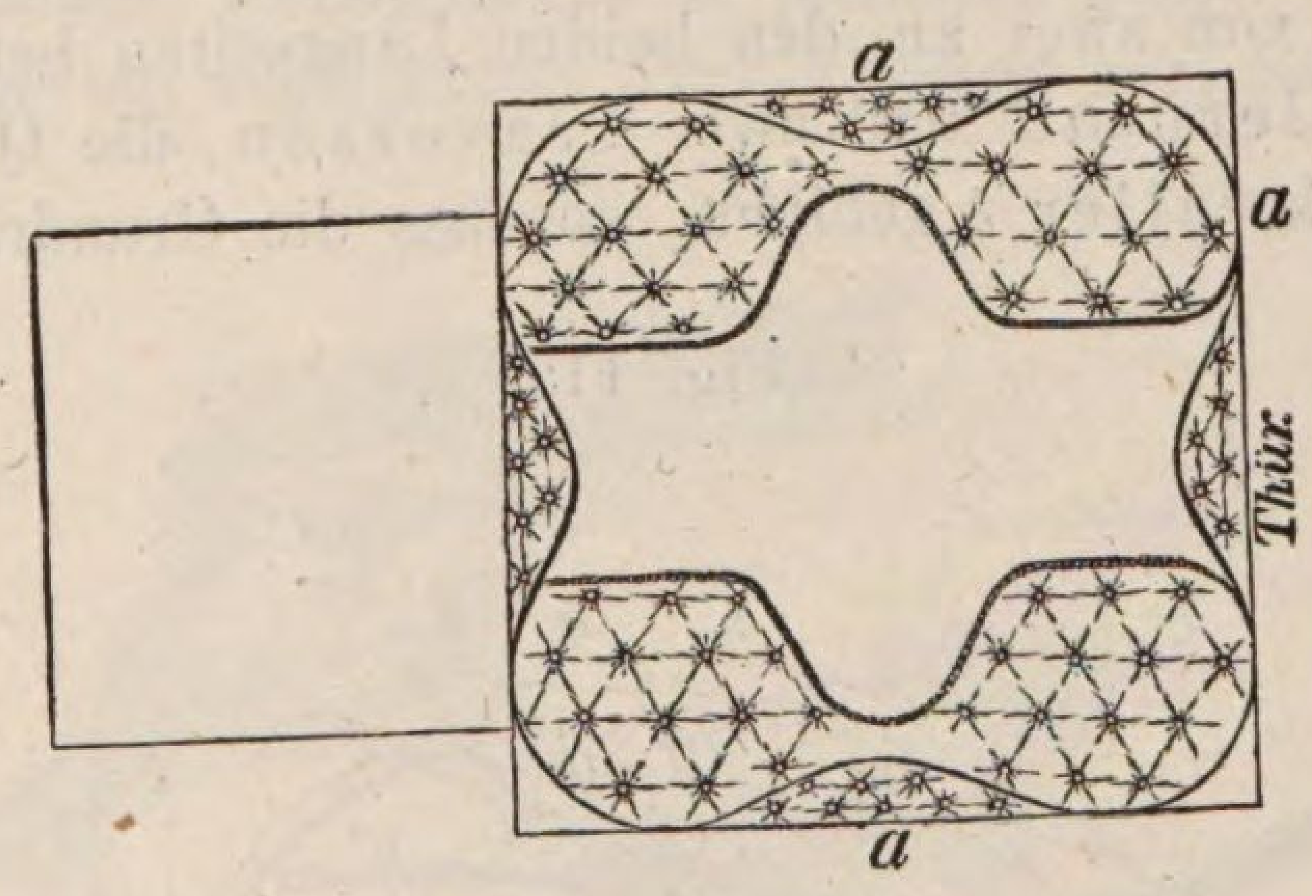


Fig. 110.



Ohne hier in Specialitäten auf den Bau der Kutschwagenkasten einzugehen, welches bei der grossen Verschiedenheit der Wagengattungen sowohl schwierig sein, als ausserhalb der Grenzen unseres Buches liegen würde [1]), erfordert es doch die jedem jungen Techniker etc. nothwendige Uebersicht des Gegenstandes, hier wenigstens einige der constructiven Elemente der Kasten zu besprechen.

Wir wählen hierzu vorerst einen zweispännigen sogenannten Cab-Phaeton

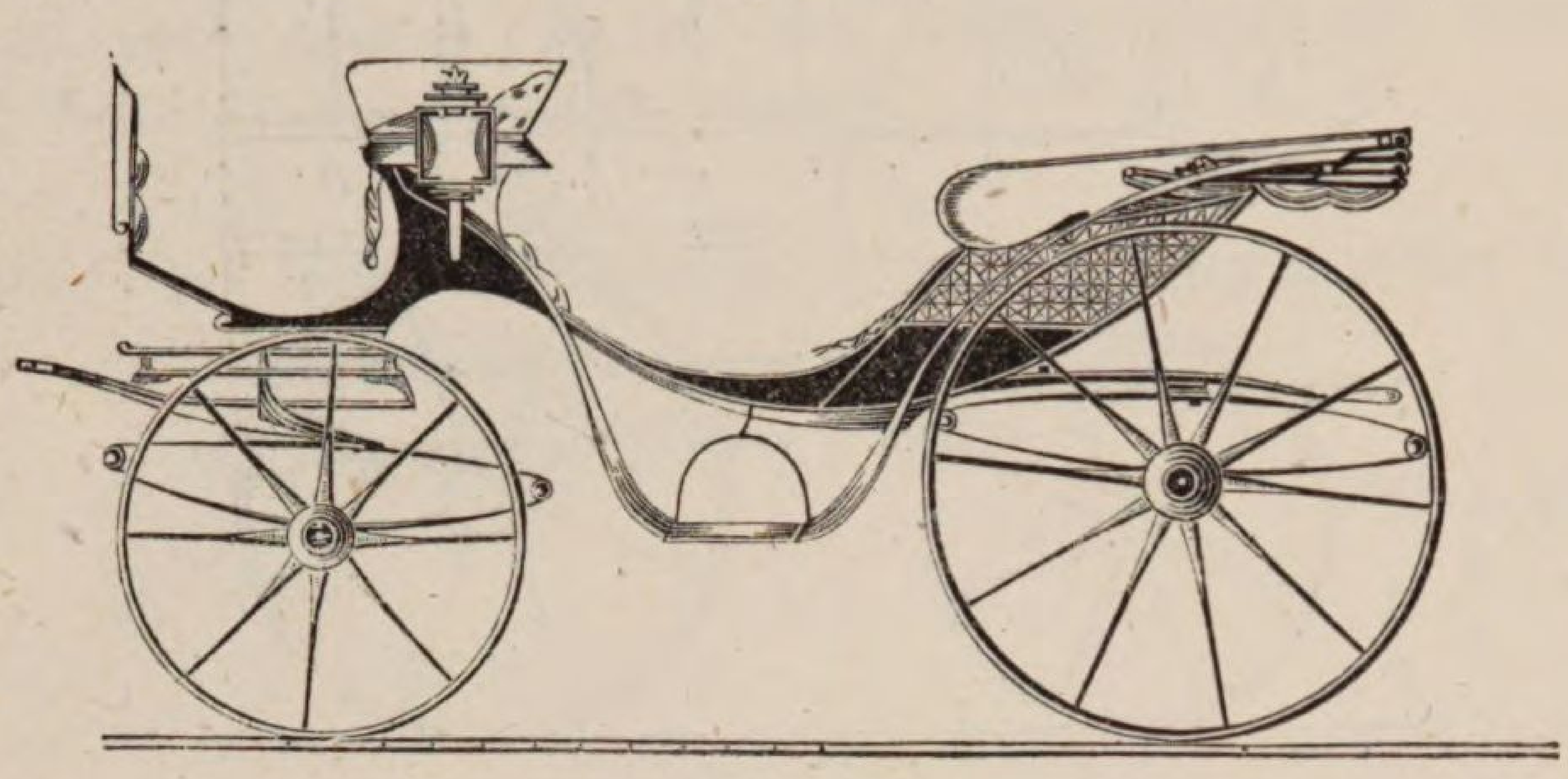
1) Lesenswerthes über Kutschkastenbau enthalten immer noch die bereits citirten Werke von Rubo p. 478 etc. und von Bickes §. 168 etc., das Neueste dagegen ist die von Rausch besorgte vierte Ausgabe des Beckmann'schen „Wagenfabrikanten“ S. 44, 107, 121 etc.

(Victoria-Chaise oder Halb-Chaise) Fig. 111, der oben citirten Dick'schen Publicationen, woselbst dieselbe „Cabriolet-Mylord avec pied“ benannt ist.

Am Untergestelle (wo die Speichen nach Zahl und Dicke idealisirt sind) erkennt man ohne Weiteres, dass der Oberwagen auf Elliptik-Federn (Grashoppers) ruht, sowie dass er mit beweglichem Halbverdeck (Hinterverdeck) und zu beiden Seiten des Trittes mit sogenannten Kothflügeln versehen ist.

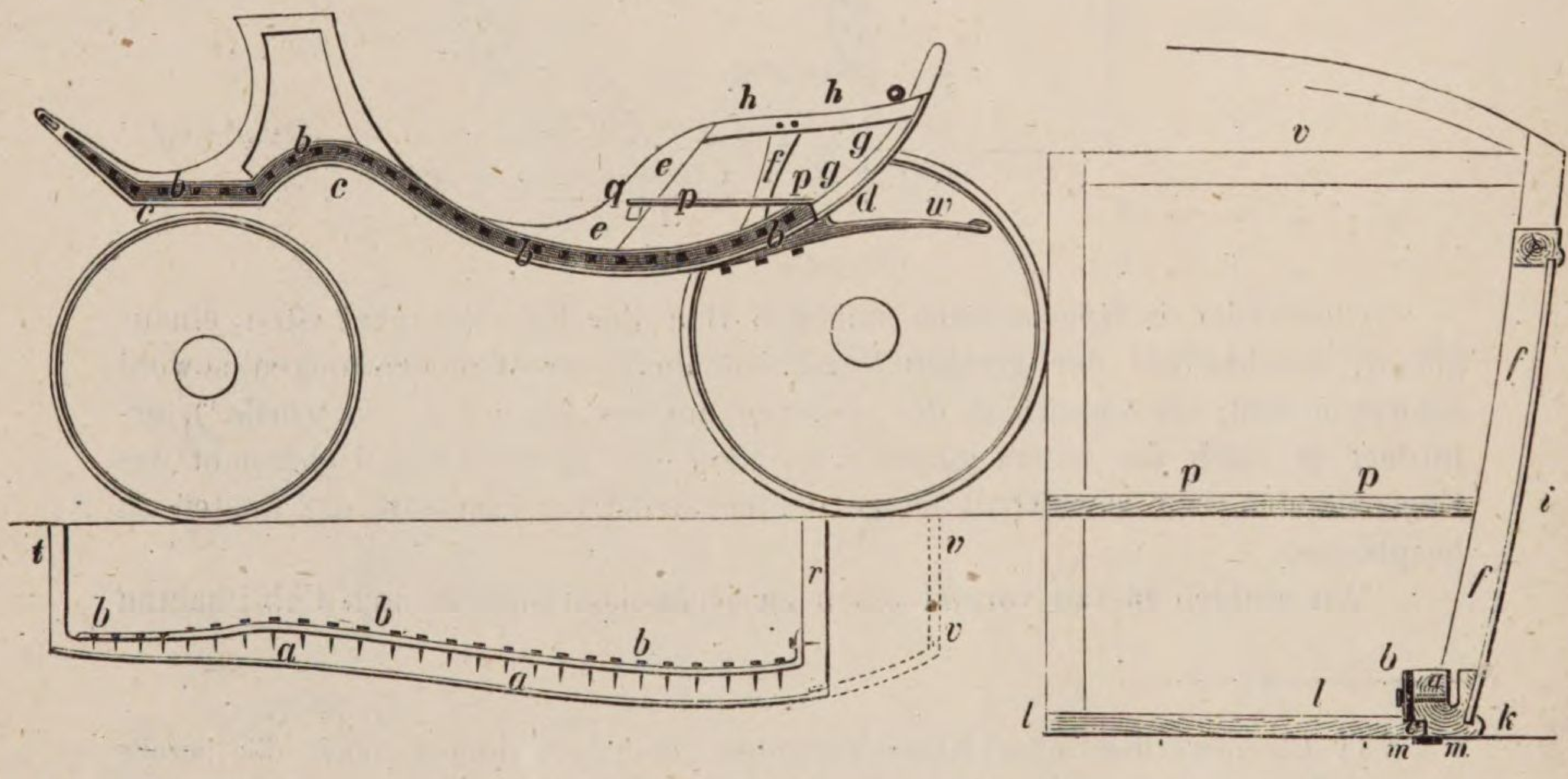
Was nun die Construction des Oberwagens betrifft, so dient zum besonderen Verständniss sowohl Längendurchschnitt wie Horizontaldurchschnitt Fig. 112 und ferner die im grösseren Maassstabe daneben gezeichnete Profilskizze.

Fig. 111.



Wie bei fast allen Luxuswagen, so wird auch hier das eigentliche Fundament des Kastens von zwei an den beiden Langseiten befindlichen hölzernen, kräftigen Schwellern *aa* und zwei Traversen, die Querschweller *rr* und dem Bockschweller *t* gebildet, so dass die Grundrissfigur ein Viereck,

Fig. 112.



hier speciell ein Trapez mit (der gefälligen Form wegen) geschweiften Langseiten, bildet.

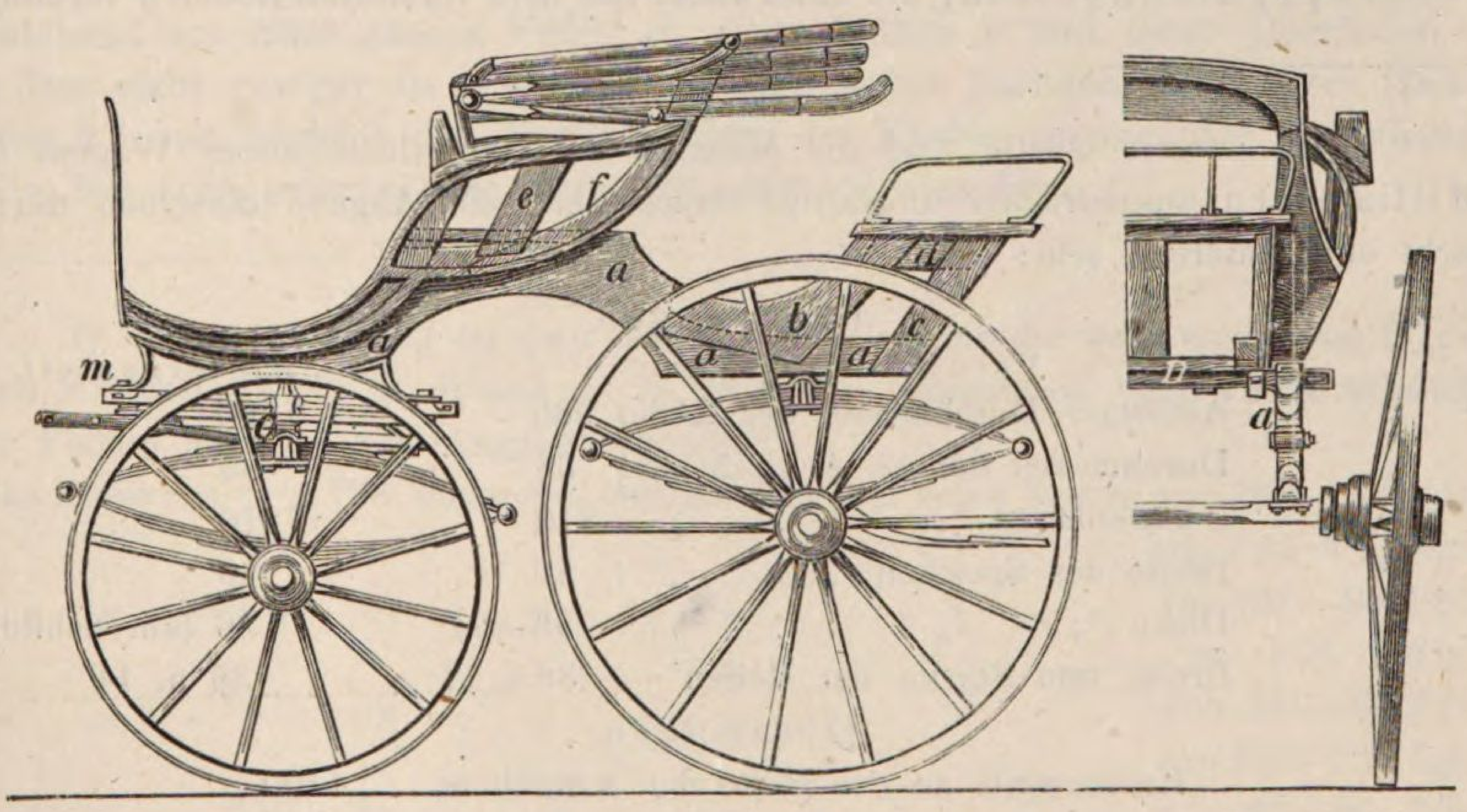
Verstärkt werden beide Langschwellen *aa* durch auf die hohe Kante gestellte und damit durch Schrauben gehörig verbundene eiserne Schienen *bb* (in unserem Falle von drei Zoll Höhe und einem Zoll Dicke), statt deren man in jüngster Zeit wohl auch Winkeleisen in Anwendung bringt, obwohl man sich in der Regel vor deren grösserem Biegungswiderstand beim Formgeben zu fürchten scheint [1]). Diese eisernen Schienen müssen den Langbaum ersetzen.

Unterwärts befestigt man in die gefalzten Langschweller den Fussboden *l* und erhöht dessen Tragfähigkeit durch besondere eiserne Schienen *mm*. Der Oberkörper des Kastens wird hauptsächlich durch Säulen (Rippen) gebildet, welche man mittelst Zapfen in den Schwellern befestigt. Hierher gehören (in unserem speciellen Falle) die sogenannten Cabriolet- oder Phaeton-Säulen *ee* (bei zu verschliessenden Thüren, die Thürsäulen), ferner die, hier gebogenen, Hintersäulen *gg* und die Seitenrippen *ff*. Die erforderliche Verbindung an den oberen Enden erhalten diese Säulen und Rippen durch die Seitenschwingen oder Armlehnen *hh*, während als Wandfüllung *i* Tafeln aus (Pappel-, Linden-, Mahagoni-) Holz oder aus Eisenblech benutzt werden, deren Falze *kk* in den Schwellern *a* und in den Seitenschwingen *h* hinlänglich aus dem grösser gezeichneten Querprofile erhellen. Die sogenannten Hintertafeln sind durch die Buchstaben *d* angedeutet.

Schliesslich wäre noch auf den Sitzrahmen *p*, die Sitzschwinge *q*, sowie auf die Rücklehne *v* aufmerksam zu machen.

Die kleinen concentrischen Kreise nahe der Rücklehne des Längenprofiles deuten die Stellen an, wo die Stützen für die Sturmstangen Platz finden. Bocksäulen, Bockrahmen, Fussbrett u. s. w. bedürfen keiner Auseinandersetzung. Fig. 113 zeigt ferner ein sogenanntes Park-Phaeton zum Selbstfahren, welches

Fig. 113.



dem oben citirten französischen Journale „Le Guide du Carrossier“ (Septbr. 1865) entlehnt und daselbst mit dem Namen „Prinz Albert“ bezeichnet ist.

1) Man brauchte hierbei die für das Unterlaufen der Vorderräder erforderliche Gestalt bei *c*, die dem gewöhnlichen Langbaum mit Schwanenhals (Cou de cygne, Crane-neck) entspricht.

Das Eigenthümliche dieses Wagens, in constructiver Hinsicht, ist wieder der mangelnde Langbaum ohne Ersatz desselben durch kräftige Eisenschienen an beiden Langseiten des Oberwagens, obwohl der Kasten unterhalb die Schwanenhalsgestalt hat, um die fast einen Meter hohen Vorderräder [1]) völlig unterlaufen lassen zu können. Offenbar lässt sich eine derartige Construction nur mit dem ausgezeichnetsten Holze und gehörig kräftigen Dimensionen desselben ausführen.

So haben beispielsweise die eigenthümlich (hochkantigen) aus einem Stüke geschnittenen Hauptschweller *aa* eine (geringste) Höhe von 140 Millimeter ($5^1/_2$ Zoll engl.).

In die Schweller *aa* sind Bodenbacken *b* gezapft, während *c* die Sitzzargen sind und *d* das Sitzbrett ist. Am Haupt- oder Vordersitze (unter welchen die Schweller *a* ganz hindurch gehen) ist *f* eine der sogenannten Hintersäulen und *e* eine der Seitenrippen. Die geschwungene Fussbaumpartie ruht mit eisernen Stützen auf dem Scheibenkranze *m*. Die einen Meter langen Elliptikfedern (jede aus 5 Blättern bestehend) des Hintergestelles sind mit dem Kasten durch eine daran befestigte Traverse oder Platte *D* verbunden, die, wie aus der Seitenansicht erhellt, unter den ganzen Bau hindurchgeht und an beiden Enden, für gedachten Zweck, gehörig vorspringt.

Den Diek'schen Publicationen entnehmen wir schliesslich noch den Fig. 114 abgebildeten Luxuswagen ersten Ranges, einen der jetzt sehr beliebten Landauer- oder einer Doppel-Kalesche mit C- und Druckfedern [2]).

Letztere sind sogenannte Rollenfedern, wobei man über jeder derselben einen starken Federbügel angebracht hat, so dass die ganze Anordnung als eine Doppelfeder erscheint, was jedoch nicht der Fall ist.

Jede der C-Federn *bb* ist am Federholze befestigt und dieses wieder mit dem Langbaum *l* gehörig verbunden. *c* sind Hängeriemen, *d* Schlagriemen, *ff* Hängeeisen, die unterwärts mit dem vertieften Boden *g* vereinigt

1) In unserer Quelle sind die Maassen der Hauptheile dieses Wagens (in Millimetern ausgedrückt) sorgfältig verzeichnet, die Angabe derselben dürfte nicht ohne Interesse sein:

Unterwagen.

	Vordergestell.	Hintergestell.
Aeusserer Durchmesser der Räder	960	1220
Durchmesser der cyl. Achsschenkel	38	38
Büchsenlänge	210	210
Breite der Speichen	46	46
Dicke „ „	28—24	36 (am Schild)
Breite und Stärke der Reifen .	38 u. 14	38 u. 14

Oberwagen.

Kastenweite an der Höhe der Armlehnen .	1400
„ in der Mitte	1280
„ hinten	1050
„ vorn	1020
Weite des Bocks	780

2) In Hannover kommt ein derartiger Wagen, je nach der besonderen Ausstattung, auf 800 bis 1000 Thaler zu stehen.

sind, *h* sind die beiden zurückgeschlagenen Verdecke, und *i* ein sogenannter Stossriemen, um das (wegen der langen Hängeriemen *cc*) mögliche Schlagen

Fig. 114.

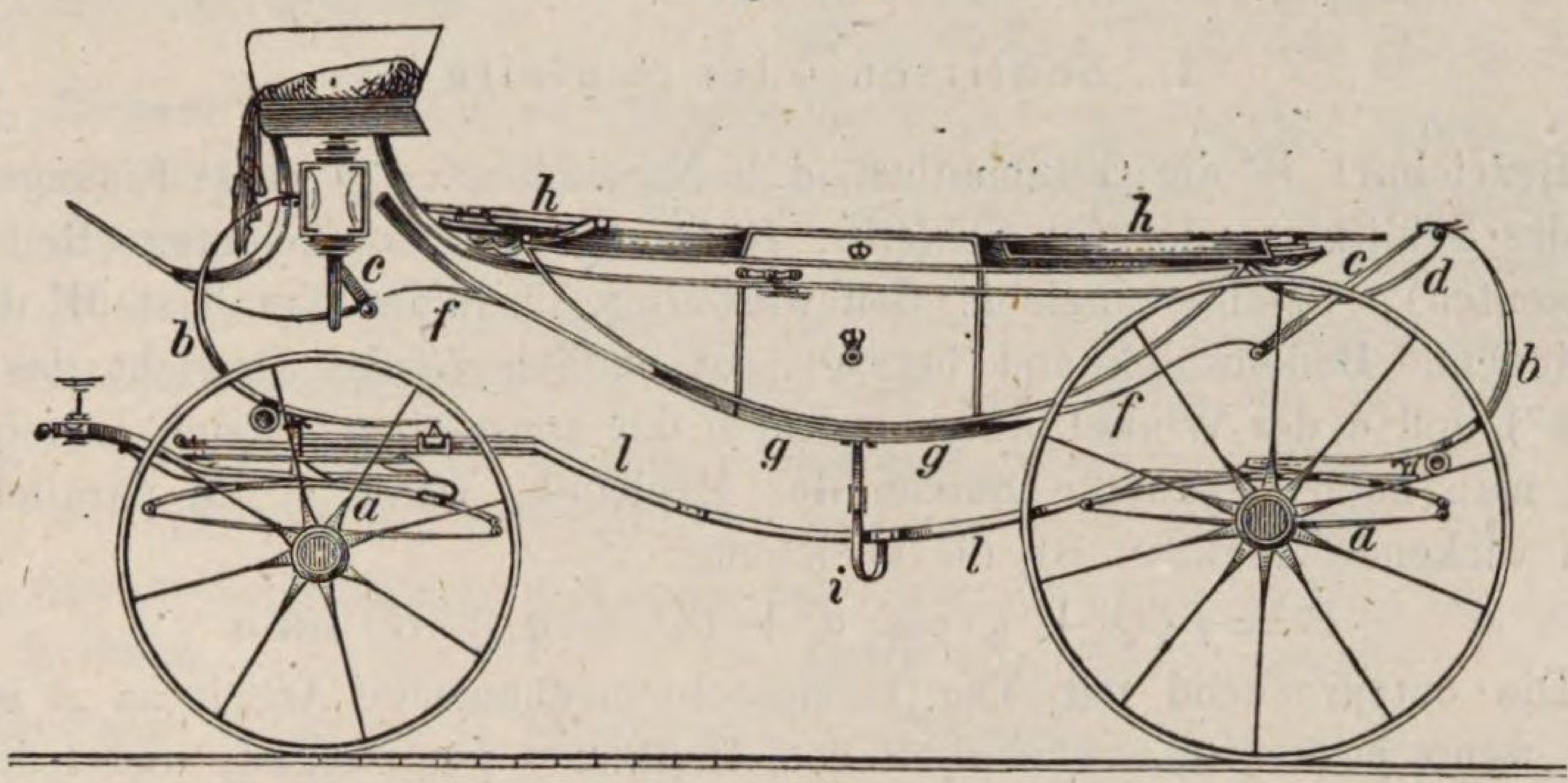
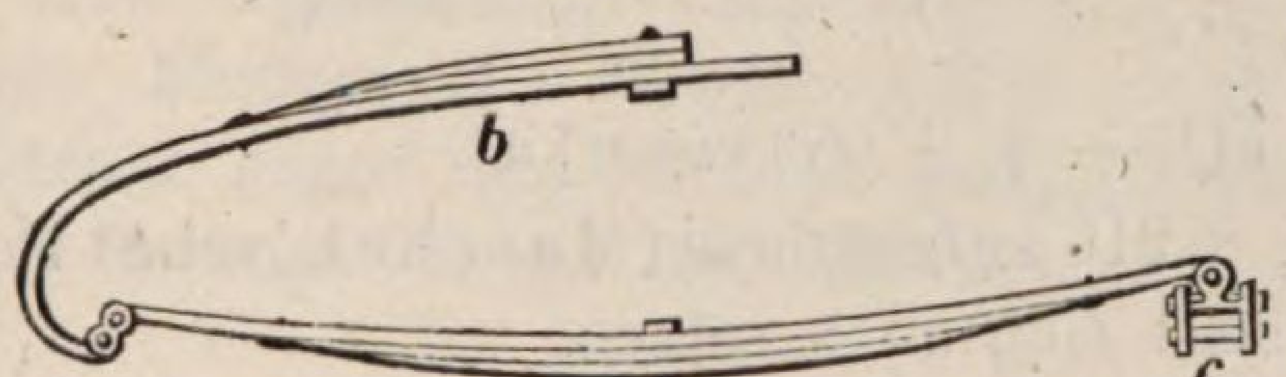


Fig. 115.



des Radkastens gegen die Räder zu verhindern.

Auf die der Zugkraft nachtheiligen Längenschwingungen der in C-Federn hängenden Kutschkasten wurde bereits früher (S. 49) aufmerksam gemacht, weshalb hier noch erwähnt werden mag, dass man (neuerdings) deshalb auch an den elegantesten und theuersten Wagen lieber die Fig. 115 abgebildeten Federn anbringt[1]), bestehend aus einer ganzen Feder *a*, einer halben *b* und einer Querfeder *c*, so dass nicht weniger als 5 Federn auf eine Achse kommen. Die obere Halbfeder *b* bietet zugleich den Vortheil, dass der Kasten sogenannter Broughams (Fig. 52) noch entsprechend tiefer gehangen werden kann.

1) Unsere Abbildung ist dem neuesten Preiscourant der wackeern Firma Dick und Kirschten (C. T. Wecker) in Offenbach entnommen, dem wir hinsichtlich der Federn nachstehende Angaben entlehnen:

Eine Feder von $40\frac{1}{2}$ Pfd. und mehr, oder eine Garnitur von 4 Federn	von 162—200 Pfd.	pro Pfd. $6\frac{1}{2}$ Sgr.
„ „ „ $30\frac{1}{2}$ „ „ „ „ „ „ „ „ „	von 122—160 Pfd.	pro Pfd. 7 Sgr.
„ „ „ $24\frac{1}{2}$—30 „ „ „ „ „ „ „ „	von 98—160 Pfd.	pro Pfd. $7\frac{1}{2}$ Sgr.
„ „ „ $20\frac{1}{2}$—24 „ „ „ „ „ „ „ „	von 82—96 Pfd.	pro Pfd. $7\frac{3}{4}$ Sgr.
„ „ „ $16\frac{1}{2}$—20 „ „ „ „ „ „ „ „	von 66—80 Pfd.	pro Pfd. 8 Sgr.
„ „ „ 12—16 „ „ „ „ „ „ „ „	von 48—64 Pfd.	pro Pfd. $9\frac{3}{4}$ Sgr.

§. 9.

Von den Zugwiderständen der Fuhrwerke.

I. Schlitten oder Schleife[1]).

Bezeichnet W die Gesammtlast, d. h. Nutzladung $= Q$ nebst Eigengewicht $= q$ des Schlittens oder der Schleife, ferner f einen Coefficienten (Reibungscoefficienten), welcher angiebt, den wievielten Theil der Totallast W der zu überwindende Bodenwiderstand beträgt, ist endlich G das Gewicht des Zugthieres[2]) und α der Winkel, unter welchem der sonst ebene Boden ansteigt, so erhält man nach bekannten Sätzen der Mechanik, wenn P die parallel dem Boden wirkende Zugkraft ist, die Gleichung:

$$P = f(Q + q) \cos.\alpha + (Q + q + G) \sin.\alpha.$$

Die entsprechend per Tag verrichtete mechanische Arbeit $= A$ ist sonach, wenn v die Geschwindigkeit des Zugthieres per Secunde und t die Arbeitszeit in Stunden ausdrückt:

$$A = 3600\,[f(Q + q) \cos.\alpha + (Q + q + G) \sin.\alpha]\, v\, t,$$

oder weil α in der Regel klein ist[3]):

$$A = 3600\,[f(Q + q) + (Q + q + G) \sin.\alpha]\, v\, t.$$

Verbindet man hiermit die Bd. 1, S. 216 aufgeführte (Maschek'sche) Formel für die Zugkraft der Thiere, so lässt sich auch setzen:

$$k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right) v t = [f(Q + q) + (Q + q + G) \sin.\alpha]\, v t.$$

Werthe für k, c und t, das Pferd betreffend, sind ausführlich Bd. 1, S. 224 zu finden[4]).

1) Die einzige dem Verfasser bekannte Abhandlung über den Zugwiderstand der Schlitten an sich und im Vergleiche zu Räderfuhrwerk ist eine Arbeit Couplet's in den Mémoires de Mathém. et de Physique de Paris vom Jahre 1733, p. 49 bis 72, die auch Eytelwein in seinem Handbuch der Statik fester Körper §. 301 und 302 benutzt hat.

2) Nach Bd. 1, S. 245 variirt das Gewicht der Arbeitspferde von 300 bis 700 Kilogr. Ferner ist das Gewicht der Zugochsen im Mittel zu 300 Kilogr., das der Zugesel zu 180 bis 250 Kilogr. anzunehmen.

3) Zur Vervollständigung finde hier noch nachstehende Tabelle Platz, wozu bemerkt werde, dass das Gewicht $= G$ der Zugthiere gewöhnlich das Fünf- bis Sechsfache ihrer mittleren Zugkraft beträgt:

	G Kilogr.	k Kilogr.	c Met.	kc mk.	t Stunden.	kct mk.
Pferde, schwere (Accordarbeit)	400 — 500	70,2	1,17	82,0	8	2361600
„ leichte (Tagelohn) . . .	300	56,8	1,10	62,0	8	1800000
Ochsen	280 — 300	60	0,80	48	8	1382400
Maulesel	230	46	1,0	46	8	1324800
Esel	180	36	0,80	29	8	835200

4) Bei Beurtheilung der Zugkraft von Thieren und Menschen sollte man nothwendig auch darauf Rücksicht nehmen, dass beide beim Fortschreiten sowohl ihr

Die Zahlenwerthe für f kann man für praktische Zwecke annehmen:

$f = 1/3$ ungeschmiert.
$f = 1/6$ mit trockner Seife geschmiert.
$f = 1/14$ mit Talg geschmiert.
} Für die Bewegung eines Schlittens oder einer Schleife mit hölzernen Kufen, auf guten Holz- oder Steinbahnen. (Nach Weisbach, I.-M. Bd. 3, S. 569.)

$f = 1/27$ Eichene Laufhölzer auf Eichenholzunterlagen mit gutem Schweinfett geschmiert. } Nach Coulomb, beim Vom-Stapellassen von Schiffen. (Rühlmann, Mechanik S. 205.)

$f = 1/30$ Holz auf Holz geschmiert mit Talg beim Vom-Stapellassen amerikanischer Kriegsschiffe. (Civ. engin. and arch. journ. 1859, p. 11.)

$f = 1/60 - 1/50$ Stählerne oder eiserne Schlittenkufen auf Eis oder auf gefrornem Schnee. } Nach Roerdansz und Weisbach.

$f = 1/70$ Eiserne Schlittschuhe auf guter Eisbahn. } Nach Rennie (Jahrbücher des k. k. polyt. Inst. Bd. 17, S. 88).

Kennt man die Kraft P, womit das Zugthier (Pferd) ziehen muss, um eine gegebene Last fortzuschaffen, so lässt sich in nachstehender Weise beurtheilen, welchen Druck der Rücken des Pferdes durch den Tragriemen (bei Verwendung eines sogenannten Brust- oder Sielengeschirres) Fig. 116, zu erleiden und welchen Einfluss der Winkel $JEG = DAB = \beta$ hat, unter welchem die Zugstränge gegen den Horizont gerichtet sind.

Stellt man Grösse und Richtung der Zugkraft P des Pferdes durch die

Fig. 116.



ganzes Gewicht $= G$ um die Steighöhe $= h$ eines Schrittes zu heben, als auch die Trägheit ihrer Masse $= \frac{G}{g}$ zu überwinden, d. h. dieser eine der Bahnrichtung parallele Geschwindigkeit $= v$ zu ertheilen haben. Poisson (Mechanik §. 688) entwickelt, annäherungsweise, für die Summe der hierzu erforderlichen mechanischen Arbeit $= A$ den Ausdruck:

$$A = Gh + G \cdot \frac{v^2}{2g},$$

wo g die bekannte Acceleration der Schwerkraft bezeichnet.

Linie $\overline{AB}$ dar, so zerlegt sich diese Kraft in die Composanten $\overline{AD} = S$, welche mit der Zugstrangrichtung zusammenfällt, und in $\overline{AC} = D$, welche vertical abwärts gerichtet ist und die Gewalt angiebt, womit das Pferd gegen den Boden gedrückt wird.

Man erhält sonach, wegen $cos.\beta = \frac{P}{S}$ und $tg.\beta = \frac{D}{P}$:

$$1)\ S = \frac{P}{cos.\beta} \text{ sowie } 2)\ D = Ptg.\beta.$$

An den Befestigungspunkten E der Zugseile am Schlitten zerlegt sich die Spannung $= S$ der Zugstränge, welche wir durch EJ darstellen, in $\overline{EF} = V = S sin.\beta$ und in $\overline{EG} = H = S cos.\beta$, woraus in Verbindung mit 1) und 2) folgt:

$$3)\ V = Ptg.\beta \text{ und } 4)\ H = \frac{P}{cos.\beta} cos.\beta = P.$$

Bezeichnet man ferner die Höhe des Brustriemens AK über einer durch den Hakenpunkt E gehenden Horizontalen mit e und die Zugstranglänge AE mit l, so erhält man auch $tg.\beta = \frac{e}{\sqrt{l^2 - e^2}}$ und demnach

$$5)\ V = \frac{P.e}{\sqrt{l^2 - e^2}}.$$

Hieraus ergeben sich folgende Sätze:

1) Die Kraft, welche das Pferd am Brustriemen anwenden muss, ist eben so gross als die Gewalt, mit welcher der Schlitten der horizontalen Fortbewegung widersteht.

2) Der Druck gegen den Rücken des Pferdes wird um so geringer, je länger man die Zugseile nimmt, und je kleiner der Abstand der Horizontale durch den Angriffspunkt E vom Brustriemen ist.

Ueber die Vortheile und Anwendbarkeit der Schleife handeln Couplet (a. a. O. p. 52 etc.) und Roerdansz (a. a. O. S. 17). Die betreffenden Resultate kommen übrigens in der Hauptsache auf dieselben Schlüsse hinaus, welche bereits oben (S. 9 Note 1) gemacht wurden. Auf Pariser Steinpflaster beobachtete Couplet Karren für den Transport von Bausteinen, welche mit 3 Pferden bespannt, so viel leisteten, als bei gleicher Last Schlitten, welche von 7 bis 8 Pferden gezogen wurden.

II. Räderfuhrwerke[1]).

Denkt man sich zunächst einen völlig harten, ebenen, horizontalen Boden, auf welchem ein cylindrisches Rad fortrollen kann, und wird hierzu dessen

1) Literatur über Theorie der Räderfuhrwerke: Gerstner, Handbuch der Mechanik, Bd. 1, §. 531 bis 548. Der Rechnungsgang dieses Schriftstellers, zur Ableitung einigermaassen praktisch werthvoller Formeln für die Widerstände der Fuhrwerke auf gewöhnlichen Strassen hat in Deutschland den meisten späteren Schriftstellern als Muster gedient. Das wichtigste Resultat Gerstner's ist, dass der Bodenwiderstand direct mit $^4/_3$ der Potenz der Last wächst und umgekehrt wie das Quadrat des Radhalbmessers, ferner auch umgekehrt wie die Gleisbreite.

Achse durch eine rechtwinklig an ihr angreifende und parallel zum Boden gerichtete Kraft angeregt, so geht demzufolge der Achsschenkel in der Naben-

— Migout et Bergery, Essai sur la Théorie des affuts etc. Deutsch bearbeitet vom preuss. Artillerie-Officier Hoffmann, bereits §. 5 aufgeführt, verdient hinsichtlich verhältnissmässig einfacher und doch ausführlicher mathematischer Theorien aller Arten von Strassenfuhrwerken, sowie wegen höchst klarer Darstellungsweise, ganz besondere Beachtung. — Coriolis, Mémoire sur la stabilité des voitures, avec application aux messageries de France, im 24. Cahier des Journal de l'école impériale polytechnique. Eine ganz ausgezeichnete Arbeit, die auch von praktischer Wichtigkeit ist, obwohl sie allerdings nur einen ganz speciellen Gegenstand, in Bewegung begriffene Strassenfuhrwerke, behandelt. — Umpfenbach, Theorie des Neubaues, der Herstellung und Unterhaltung der Kunststrassen. Berlin 1830. Im Anhange zu diesem Werke werden Formeln zur Bestimmung der Zugkraft von Fuhrwerken auf geneigten Ebenen entwickelt, wobei sich ergiebt, dass der Bodenwiderstand der Quadratwurzel aus dem Radhalbmesser umgekehrt proportional sein soll. — Morin, Expérience sur le tirage des voitures. Paris 1842. Dies Werk enthält nicht nur die Resultate der zur Zeit ausgedehntesten Versuche über den Zugwiderstand der verschiedenartigsten Strassenfuhrwerke, sondern zeigt auch die Verwendung derselben zur Aufstellung praktisch brauchbarer mathematischer Gleichungen. Zu einem der wichtigsten Endresultate der Morin'schen Versuche muss man den Nachweis zählen, dass der Bodenwiderstand dem Drucke direct und dem Halbmesser des Rades umgekehrt proportional ist. — Dupuit, Essai et expérience sur le tirage des voitures et sur le frottement de seconde espèce suivis de considérations sur les divers espèces de routes. Paris 1837. Diese Arbeit mit den betreffenden Versuchen ist vorzugsweise dazu bestimmt, die von Morin gemachten Schlüsse zu widerlegen. Beispielsweise wird (wie bei Umpfenbach) nachgewiesen, dass der Bodenwiderstand zwar mit dem Druck direct, jedoch umgekehrt wie die Quadratwurzel aus dem (einfachen) Radhalbmesser wächst. — Kayser, Handbuch der Mechanik. Carlsruhe 1842. Der Verfasser liefert zuerst einen sehr guten übersichtlichen Auszug der Morin'schen Arbeiten, fügt sodann aber auch Selbstständiges hinzu, u. A. Untersuchungen über den excentrischen Zug der Fuhrwerke, §. 880 etc. — Wenceslaus Brix, Ueber die Reibung und den Widerstand der Fuhrwerke auf Strassen von verschiedener Beschaffenheit, Berlin 1850. Der Verfasser hat mit grosser Sorgfalt alle bis zu Ende der vierziger Jahre bekannt gewordenen Versuche über den fraglichen Gegenstand zusammengestellt und kritisch beleuchtet. — Weisbach, Ingenieur-Mechanik, dritter Theil. Von den Principien Gerstner's ausgehend, corrigirt und erweitert dieser anerkannte Schriftsteller die Theorie der Strassenfuhrwerke und entwickelt namentlich einfache Formeln für den Zugwiderstand vierrädriger Fuhrwerke. — Heim, Beitrag zur Theorie der Bewegung der Räderfuhrwerke, Cannstatt 1855. Auch in Crelle's Journal für reine und angewandte Mathematik, Bd. 46, S. 48, 164, 234 und 328. Der Verfasser behandelt die Fuhrwerke, ganz im Sinne der abstracten analytischen Mechanik, als unfreie Systeme von Körpern, woran beliebige Kräfte wirken, und gelangt demgemäss zu sehr complicirten mathematischen Ausdrücken, die deshalb mehr Symbole eleganter analytischer Entwickelungen für bestimmt gemachte Voraussetzungen sind, als Darsteller der wahren Natur des

büchse, wie auf einer schiefen Ebene in die Höhe und zwar so lange, bis die sich berührenden Linien beider eine gewisse der (Zapfen-) Reibung correspondirende Lage angenommen haben. Hierauf beginnt die fortschreitende Bewegung des Fuhrwerks und die Reibung am Boden zwingt das Rad, sich um den Achsschenkel zu drehen, während sich die Reibung des Achsschenkels in der Nabenbüchse dieser Drehung entgegenstellt.

Damit sich daher das Rad wirklich dreht, muss das statische Moment der Bodenreibung, deren Hebelarm der Radhalbmesser ist, grösser sein als das statische Moment der Achsschenkelreibung, welche den mittleren Halbmesser des Achsschenkels zum Hebelarme hat, beide Momente auf die geometrische Achse des Rades bezogen. Diese Bedingung wird bei Strassenfuhrwerk nur ganz ausnahmsweise nicht erfüllt, z. B. bei der Bewegung auf festem Eis, Schnee oder auf Boden, der an Glätte letzteren mehr oder weniger gleichkommt [1]).

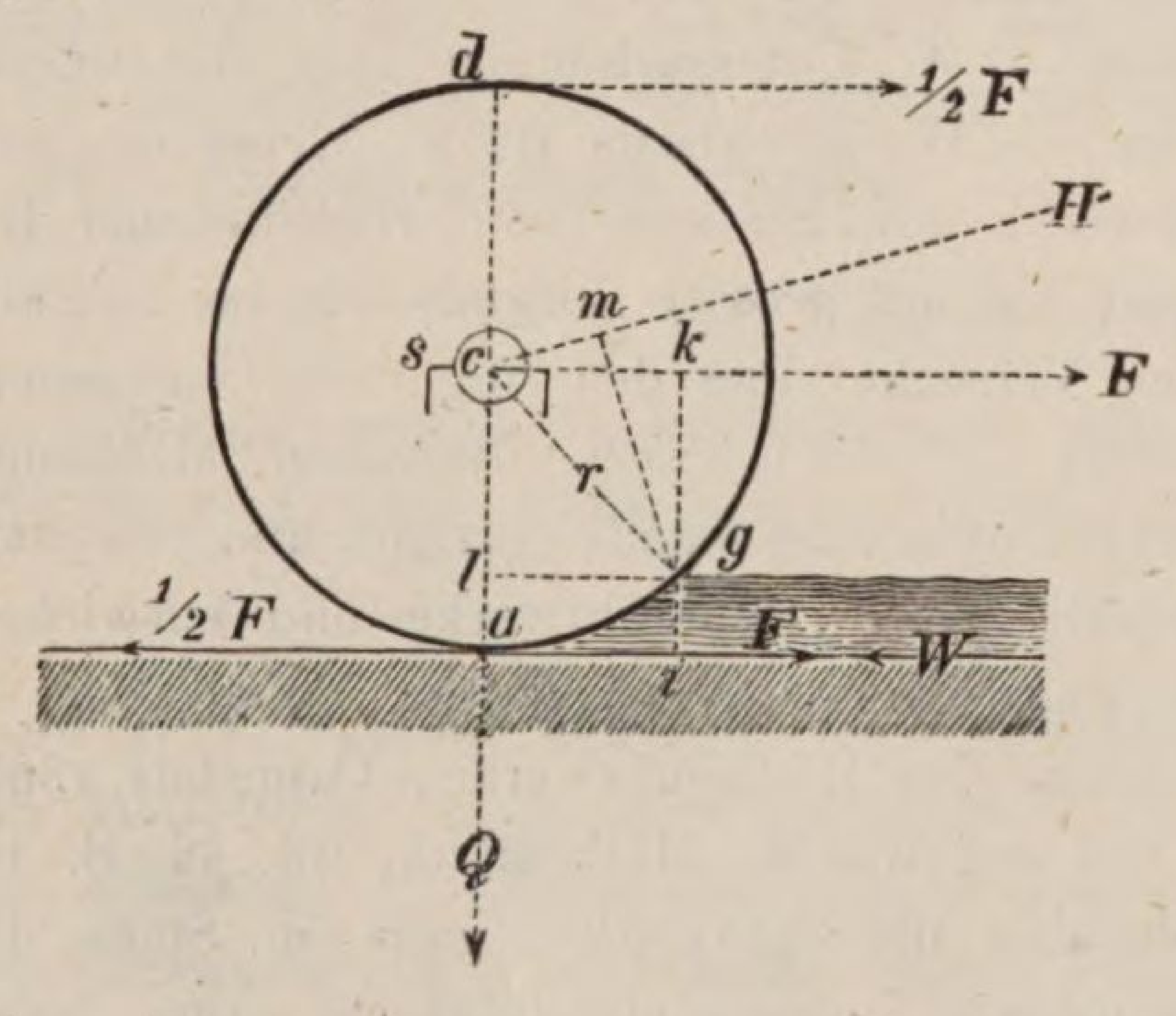
Die sich drehenden Räder eines Fuhrwerkes haben dann stets zwei Geschwindigkeiten, nämlich eine, welche der Drehung um ihre Achse, und eine andere, welche der fortschreitenden Bewegung entspricht, und zwar letztere mit dem Gestell gemeinschaftlich [2]). Ist die Bodenreibung derartig, dass jedes noch so geringe Gleiten des Rades unmöglich wird, so ist die Länge des Weges, welchen das ganze Fuhrwerk in fortschreitender Bewegung zurückgelegt, offenbar gleich dem gleichzeitig abgewickelten Umfange der Räder [3]).

Gegenstandes. — Roerdansz, Theorie der Kriegsfuhrwerke, Berlin 1863. Ein zwar ganz elementar aber höchst klar und übersichtlich abgefasstes sehr empfehlenswerthes Werkchen.

1) Man sehe auch S. 9, Note 1.

2) Nach Weisbach (a. a. O. dritter Theil, S. 579) lässt sich das Zustandekommen einer gleichzeitigen Dreh- und fortschreitenden Bewegung eines Fuhrwerksrades auch auf folgende Weise darthun.

Fig. 117.



Es sei Fig. 117 ad ein cylindrisches Wagenrad von $ac = ed = r$ Halbmesser, wobei F die rechtwinklig an der Achse c wirkende Zugkraft ist. Nach der Lehre von den Kräftepaaren lässt sich sodann F in eine am Fusspunkte a angreifende Einzelkraft F und in ein Kräftepaar ($+ \frac{1}{2} F$ und $- \frac{1}{2} F$) am Umfange des Rades wirkend zerlegen, wovon das Kräftepaar eine Drehung des Rades um c mit der Energie $\frac{1}{2} F \cdot 2r = Fr$ bewirkt, während F am Fussboden bei a vom Widerstande der Fahrbahn aufgenommen wird.

3) Auf letzteren Satz gründet sich u. A. der Bd. 1, S. 112 beschriebene englische Wegmesser (Hodometer).

Hieraus folgt überdies, dass dabei die gleitende Reibung am Boden zu einer wälzenden oder rollenden Reibung wird.

Bezeichnet man unter den im Vorstehenden gemachten Voraussetzungen den resultirenden Druck, welchen die Achsschenkel eines zweirädrigen Fuhrwerks erfahren, mit Q, das Gewicht der Räder mit q, den Coefficienten der Achsschenkel-(Zapfen-) Reibung mit f', den der rollenden Reibung mit ψ, die Halbmesser von Rad und Achsschenkel beziehungsweise mit r und ϱ und endlich die zuerst charakterisirte Zugkraft mit F, so erhält man nach bekannten Sätzen der Mechanik die Gleichung:

$$Fr = f'\varrho Q + \psi(Q + q),$$

sowie

$$\text{I.} \quad F = f' \frac{\varrho}{r} Q + \frac{\psi}{r} (Q + q)$$ [1].

Bei völlig hartem Boden ist aber letzter Werth so klein, dass man denselben vernachlässigen und daher setzen kann:

$$\text{II.} \quad F = f' \frac{\varrho}{r} Q.$$

Aus letzterer Gleichung erkennt man, in welch grossem Vortheile sich ein Räderfuhrwerk gegenüber einer Schleife befindet, wenn beide auf demselben harten, ebenen Boden bewegt werden sollen, weil, wenn man selbst $f = f'$ (S. 91) setzt und das Gesammtgewicht beider gleich Q annimmt, dennoch die zur Ueberwindung des Fuhrwerkswiderstandes erforderliche Kraft um $\frac{\varrho}{r}$ kleiner als bei der Schleife sein würde [2].

1) Gegen die Richtigkeit dieser Formel für Strassenfuhrwerke ereiferte sich vorzugsweise ein (ungenannter) preuss. Artillerie-Officier in dem Werkchen „Die Construction des beweglichen Fuhrwerkes“, Berlin 1842, Seite 152, und stellt dafür Seite 160 und besonders Seite 171 andere Formeln auf, denen man jedoch noch weniger beistimmen kann.

In des Verfassers Buche: Grundzüge der Mechanik etc., Leipzig 1860, entwickelt derselbe für die Zugkraft eines zweirädrigen Fuhrwerks auf völlig ebener harter Bahn, ganz allgemein (S. 225) die Gleichung:

$$F\cos.\beta = W\sin.\alpha + \frac{\psi}{r}(W\cos.\alpha - F\sin.\beta)$$
$$+ \frac{f'\varrho}{r}\sqrt{W_1 + F^2 - 2W_1 F\sin.(\alpha + \beta)}.$$

Hier bezeichnet α den Neigungswinkel der Bahn, β den Neigungswinkel der Zugrichtung gegen die Bahn, während

$$W = q + Q\left\{1 - \frac{c}{a} + \frac{b}{a}\,tg.(\alpha + \beta)\right\} \text{ und } W_1 = W - q \text{ ist.}$$

Im Ausdrucke für W bezeichnet a die Deichsellänge, b die Ordinate und c die Abscisse der rechtwinkligen auf die Deichsel und die Radachse bezogenen Coordinaten des Schwerpunktes vom ganzen Fuhrwerke.

An derselben Stelle sind auch Formeln für vierrädrige Fuhrwerke entwickelt und daraus schliesslich die umstehenden Gleichungen IV. und V. des Generals Morin (a. a. O. p. 105) abgeleitet.

2) Beispielsweise ist der mittlere Durchmesser des Achsschenkels unseres Sechs-

In der Wirklichkeit findet sich indess kein harter und ebener Boden, wie wir im Vorstehenden voraussetzten, vielmehr ist derselbe entweder mehr oder weniger weich, es werden Gleise gebildet, oder er ist uneben, voll Löcher, Kanten, und birgt anderweite Hindernisse, so dass man hier von der Formel II., um Zugwiderstände zu berechnen, selten oder gar nicht Gebrauch machen kann.

Mindestens muss der Gleichung II. noch ein Werth $= B$ zugefügt werden, welcher die bezeichneten Bodenwiderstände darstellt und der, bei Fuhrwerken auf gewöhnlichen Strassen, stets grösser als $f' \frac{\varrho}{r} Q$ ist.

Man hätte hiernach zu setzen:

$$\text{III.} \quad F = f' \frac{\varrho}{r} Q + B$$ [1].

Statt des letzteren Ausdrucks räth General Morin zu folgenden Gleichungen:

$$\text{IV.} \quad F = \frac{2(f'\varrho + B')}{r_1 + r_2} Q$$

für vierrädriges Fuhrwerk, wenn r_1 und r_2 die Halbmesser beziehungsweise der Vorder- und Hinterräder sind und Q das Totalgewicht des Wagens bezeichnet, sowie

$$\text{V.} \quad F = \frac{f'\varrho + B'}{r} Q$$

für zweirädriges Fuhrwerk[2].

pfünderrades, Fig. 61 bis 66, $2\varrho = 2{,}25$ Zoll, während $2r = 60$ Zoll ist, daher $\frac{\varrho}{r}$ kleiner als $1/_{26}$, genauer $\frac{\varrho}{r} = 1/_{26{,}66}$ wird.

1) Unter der Voraussetzung, dass der Widerstand, welchen der unelastische Boden (Erde, Sand, Graskörper etc.) dem Einsinken des Rades entgegenstellt, dem kubischen Inhalte des zusammengedrückten Volumens proportional ist, entwickelte zuerst Gerstner für B den Ausdruck:

$$B = 3/_8 \sqrt[3]{\frac{3\,Q^4}{\mu b r^2}},$$

worin ausser den obigen Bezeichnungen b die Gleisbreite (Radfelgenbreite) und μ eine Erfahrungszahl bezeichnet, welche von der jedesmaligen Beschaffenheit des Erdbodens abhängig ist.

Aus diesem Werthe würde zugleich folgen, dass es unter allen Umständen das Räthlichste wäre, die Radfelgenbreite so gross wie möglich zu machen, was im Allgemeinen die Erfahrung nicht bestätigt hat. Man sehe hierüber eine sehr gute Zusammenstellung bisher hierüber gefundener Resultate in v. Kaven's „Vorträge über Wegebau" S. 20 u. f.

2) Um den Gebrauch dieser Morin'schen Formeln in ein paar Beispielen darzuthun, mögen nachstehende zwei dienen:

Aus Versuchen mit einem französischen, vierrädrigen Eilwagen auf sogenannter Schotterstrasse, wenn diese zwar hart aber mit Gleisen und Koth bedeckt war, berechnete Morin:

$B' = 0{,}0250$, wenn $\varrho = 0^m{,}032$, $r = 0^m{,}450$, $r_2 = 0^m{,}7$ gemessen wurden,

In letzteren Gleichungen repräsentirt B' nicht nur den Widerstand der Fahrbahn, sondern schliesst auch etwaige Stoss- und Lünzreibungen, sowie auch die Widerstände in sich, welche geringe Erhöhungen, wie sie z. B. bei guten Steinschlagstrassen unvermeidlich sind, naturgemäss verursachen müssen[1]).

Den Quotienten $\frac{F}{Q}$, der stets kleiner als die Einheit ist und den wir mit Anderen den Coefficienten des Totalwiderstandes für eine horizontale Fahrbahn nennen und mit m bezeichnen wollen, entnimmt man für praktische Rechnungen stets aus Tabellen, deren Werthe durch dynamometrische Messungen ermittelt wurden. Die vollständigsten und ausführlichsten derartigen Tabellen sind die des Generals Morin, welche sich in allen guten Hülfsbüchern (wie Weisbach's Ingenieur, Taschenbuch für die Hütte, Redtenbacher's Resultate für den Maschinenbau etc.) abgedruckt finden.

Unter Voraussetzung der Bekanntschaft von m für jeden speciellen Rechnungsfall lässt sich dann allgemein und zugleich analog der Gleichung S. 91 (Schleifenzugkraft) für Räderfuhrwerk setzen, wenn dasselbe zugleich eine Bahnsteigung vom Neigungswinkel α zu überwinden hat:

$$\text{VI.} \quad P = m(Q + q) + (Q + q + G) \sin.\alpha \text{ }^{2)}.$$

ferner $f' = 0{,}0650$ durch anderweitige Versuche ermittelt war. Daher ergiebt sich: $r_1 + r_2 = 1{,}15$ und $f'\varrho = 0{,}00208$ und somit nach IV.:

$$F = \frac{2\,(0{,}00208 + 0{,}0250)}{1{,}15} \cdot Q = \frac{2 \,.\, 0{,}02708}{1{,}15}\, Q, \text{ d. i.}$$

$$F = \tfrac{1}{21}\, Q \text{ (wie Morin a. a. O. p. 185).}$$

Ebenso wurde durch Versuche mit einem zweirädrigen Fuhrwerke (Karren) nach der Fahrt auf dem Sande, Steinpflaster von Fontainebleau, wenn dies feucht und mit Koth bedeckt war, ermittelt: $B' = 0{,}0110$, sowie $\varrho = 0{,}032$ und $r = 1{,}0$ gemessen, endlich $f' = 0{,}065$ besonders bestimmt. Daher:

$$F = \frac{0{,}00208 + 0{,}0110}{1{,}0}\, Q, \text{ d. i.}$$

$$F = \tfrac{1}{76}\, Q \text{ (wie Morin a. a. O. p. 185).}$$

1) Streng genommen müsste auf die Conicität der Räder noch Rücksicht genommen werden. Da man jedoch gewöhnlich den äusseren Felgenmantel fast ganz cylindrisch macht (ungeachtet Achsschenkel- und Speichen-Sturz), so kann man von diesem Widerstande absehen. Berechnet hat denselben übrigens zuerst Gerstner im Handbuche der Mechanik Bd. 1, §. 543.

2) Interessant und zuweilen für eine allgemeine Beurtheilung nützlich, ist noch folgender, zuerst von Couplet in den Mémoiren der Pariser Akademie vom 29. April 1793, S. 49 entwickelte Ausdruck für die Mehr-Zugkraft, wenn ein Rad des Fuhrwerks einen über der Fahrbahn auf h Höhe vorspringenden und nicht zusammendrückbaren Gegenstand von sehr geringer Länge, beispielsweise einen sehr festen Stein, zu passiren hat.

Wird nämlich gedachtes h durch die Linie gi in Fig. 117 dargestellt, so erhält man ohne Weiteres, wenn man eine momentane Drehung des Rades um den Punkt g annimmt, so dass gl der Hebelarm der Last Q und gk der Hebelarm der Kraft F ist, die Momentengleichung: $F . \overline{gk} = Q . \overline{gl}$. Nun ist aber $\overline{gk} = r - h$

Hiernach beträgt die Arbeitsleistung $= A$ eines Pferdes per Tag, wenn es mit der Geschwindigkeit $= v$ fortschreitet, und in Summa t Stunden in gleicher Weise thätig ist:

$$\text{VII.} \quad A = 3600\,[m(Q + q) + (Q + q + G)\sin.\alpha]\,v\,t.$$

Setzt man in VI. mit Maschek $P = k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right)$, so erhält man auch für das zu transportirende Gesammtgewicht [1]):

$$\text{VIII.} \quad Q + q = \frac{k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right) - G \sin.\alpha}{m + \sin.\alpha}.$$

Bemerkt zu werden verdient, dass man sich hüten muss, bei mehren als zwei vorgespannten Pferden ohne Weiteres nk und nG in letztere Formel zu setzen [2]).

Bei Annäherungsrechnungen für Lastfuhrwerke kann man (nach Bokelberg) m folgendermaassen wählen:

	Steinbahnen.			Erdwege.		
	Beste.	Gute.	Schlechte.	Fest, eben u. trocken.	Schlechte.	Schlechteste.
$m =$	$^1/_{75}$	$^1/_{40} - {}^1/_{50}$	$^1/_{25}$	$^1/_{20}$	$^1/_{10}$	$^1/_5$

und $gl = \sqrt{2rh - h^2}$, daher auch $F = Q\,\frac{\sqrt{2rh - h^2}}{r - h}$, wofür annäherungsweise gesetzt werden kann, wenn h sehr klein ist:

$$F = Q\sqrt{\frac{2h}{r}}.$$

1) Betreffende Zahlenbeispiele finden sich (ausser bei Gerstner, Maschek und Weisbach) ganz besonders gut gewählt, in der bereits citirten Schrift v. Kaven's „Der Wegebau", S. 30 bis 37.

Was die mit α bezeichnete Ansteigung der Fahrbahn betrifft, so enthält ein ebenfalls beachtenswerther Aufsatz des Wegbauraths Bokelberg in der Zeitschrift des Architekten- und Ing.-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. 1, Jahrgang 1855, S. 192, eine sehr schöne Zusammenstellung betreffender Werthe für besteinte Kunststrassen unter verschiedenen Umständen und von verschiedenen Ingenieuren und Autoren, der wir nur entlehnen, dass in der neuen Königl. Preuss. Dienstanweisung für Wegbaubeamte

$\sin.\alpha = {}^1/_{18}$, also $\alpha = 3^0\,11'\,5''$ für Bergland, und
$\sin.\alpha = {}^1/_{24}$, also $\alpha = 2^0\,23'\,6''$ für Hügelland

gestattet wird.

2) Bokelberg führt hierüber Zeitschr. des Hannov. Arch.-Vereins, Bd. 1 (1855), S. 74 an, dass die Nutzladung per Pferd bei wachsender Kopfzahl der Bespannung des Frachtfuhrwerks unter übrigens gleichen Verhältnissen ungefähr (als durchschnittliche Mittelwerthe betrachtet) folgendermaassen abnimmt:

Hierbei wird noch vorausgesetzt, dass die Zugkraft des Pferdes 180 Pfd., seine Geschwindigkeit $3^1/_2$ Fuss per Secunde, die tägliche Arbeitszeit 8 bis 10 Stunden und das Gewicht eines Pferdes 600 bis 800 Pfd. beträgt [1]).

einspännig	45 Centner	fünfspännig	32 Centner	
zwei- „	44 „	sechs- „	29 „	
drei- „	39 „	sieben- „	25 „	
vier- „	36 „	acht- „	22 „	

1) Empfehlenswerth sind die Werthe für m, welche Weisbach (Ing.-Mech., 3. Abtheil., S. 595) aus Morin's Versuchen tabellarisch zusammenstellte, wobei bemerkt werden muss, dass die angegebenen Maasse preussische sind.

Tabelle der Widerstandscoefficienten $= m$ für Strassenfuhrwerke.

(Die Radreifenbreite ist 4 bis $4^1/_2$ Zoll, die Achsschenkelstärke $2^1/_2$ Zoll, der Coefficient der Achsenreibung $f' = 0{,}065$.)

Bezeichnung der Strasse.	Frachtwagen. Mittl. Radhöhe in Fussen.		Karren. Radhöhe in Fussen.		Eilwagen. Radhöhe in Fussen.
	4	$4^1/_2$	5	$6^2/_5$	$3^2/_3$
I. Schotterstrasse:					
1. in sehr gutem Zustande, trocken und eben.	$^1/_{50}$	$^1/_{58}$	$^1/_{66}$	$^1/_{83}$	Schritt $^1/_{48}$, Trab $^1/_{41}$, scharf. Trab $^1/_{40}$
2. wenig feucht, mit Staub und einigen freiliegenden Schotterstücken.	$^1/_{35}$	$^1/_{41}$	$^1/_{47}$	$^1/_{59}$	Schritt $^1/_{34}$, Trab $^1/_{27}$, scharf. Trab $^1/_{24}$
3. sehr hart, grober Schotter, nass.	$^1/_{43}$	$^1/_{50}$	$^1/_{57}$	$^1/_{71}$	Schritt $^1/_{42}$, Trab $^1/_{27}$, scharf. Trab $^1/_{23}$
4. hart, mit leichten Gleisen und weichem Koth.	$^1/_{27}$	$^1/_{32}$	$^1/_{36}$	$^1/_{45}$	Schritt $^1/_{26}$, Trab $^1/_{22}$, scharf. Trab $^1/_{20}$
5. hart, mit Gleisen und Koth	$^1/_{22}$	$^1/_{26}$	$^1/_{30}$	$^1/_{37}$	Schritt $^1/_{21}$, Trab $^1/_{18}$, scharf. Trab $^1/_{17}$
6. sehr verfahren und mit dickem Kothe	$^1/_{19}$	$^1/_{22}$	$^1/_{25}$	$^1/_{31}$	Schritt $^1/_{18}$, Trab $^1/_{16}$, scharf. Trab $^1/_{15}$
7. sehr aufgerissen, mit Koth und 2 bis 3 Zoll tiefen Gleisen.	$^1/_{14}$	$^1/_{17}$	$^1/_{19}$	$^1/_{24}$	Schritt $^1/_{14}$, Trab $^1/_{12}$, scharf. Trab $^1/_{12}$
8. sehr schlecht, dicker Koth, harter und rauher Grund, 3 bis 4 Zoll tiefe Gleise	$^1/_{13}$	$^1/_{15}$	$^1/_{17}$	$^1/_{21}$	Schritt $^1/_{12}$, Trab $^1/_{10}$
II. Sandsteinpflaster.					
1. sehr gutes	$^1/_{65}$	$^1/_{75}$	$^1/_{86}$	$^1/_{108}$	Schritt $^1/_{62}$, Trab $^1/_{42}$, scharf. Trab $^1/_{36}$
2. gewöhnliches	$^1/_{60}$	$^1/_{70}$	$^1/_{80}$	$^1/_{100}$	Schritt $^1/_{57}$, Trab $^1/_{41}$, scharf. Trab $^1/_{36}$
3. gewöhnliches, nass und mit Koth	$^1/_{46}$	$^1/_{54}$	$^1/_{74}$	$^1/_{76}$	Schritt $^1/_{44}$, Trab $^1/_{38}$, scharf. Trab $^1/_{29}$

Bokelberg hat für den praktischen Gebrauch Tabellen „über Fuhrleistungen des Pferdes" berechnet, die sich in der Zeitschrift des Hannov. Archit.- und Ing.-Vereins Bd. 2, Jahrgang 1856, S. 343 etc. abgedruckt vorfinden [1]).

Es erübrigt jetzt noch zwei wichtige Fragen zu behandeln, nämlich die, nach dem Einflusse der Wagenfedern und der Bespannung auf die Grösse der erforderlichen Zugkraft.

Nach Wissen des Verfassers war es zuerst der Engländer Edgeworth [2]), der über den Einfluss guter Wagenfedern auf die Verminderung des Zugwiderstandes (unter sonst gleichen Umständen) sorgfältige Versuche anstellte, und

Tabelle der Widerstandscoefficienten = *m* für Strassenfuhrwerke (Fortsetzung).

Bezeichnung der Strasse.	Frachtwagen. Mittl. Radhöhe in Fussen.		Karren. Radhöhe in Fussen.		Eilwagen. Radhöhe in Fussen.
	4	$4^1/_2$	5	$6^2/_5$	$3^2/_3$
III. Brückenbahn von Holz	$^1/_{43}$	$^1/_{50}$	$^1/_{69}$	$^1/_{71}$	Schritt u. Trab $^1/_{41}$
IV. Erddamm.					
1. sehr gut und trocken . .	$^1/_{27}$	$^1/_{32}$	$^1/_{36}$	$^1/_{45}$	„ „ „ $^1/_{26}$
2. mit einer 1 bis $1^2/_3$ Zoll hohen Kiesdecke	$^1/_{10}$	$^1/_{12}$	$^1/_{14}$	$^1/_{17}$	„ „ „ $^1/_{10}$
3. mit einer 2 bis $3^1/_2$ Zoll hohen Kiesdecke	$^1/_9$	$^1/_{10}$	$^1/_{12}$	$^1/_{15}$	„ „ „ $^1/_9$
4. mit einer 4 bis $5^1/_2$ Zoll hohen Kiesschicht	$^1/_8$	$^1/_{10}$	$^1/_{11}$	$^1/_{14}$	„ „ „ $^1/_8$
V. Strasse mit ungebahntem Schnee	$^1/_{14}$	$^1/_{17}$	$^1/_{19}$	$^1/_{24}$	„ „ „ $^1/_{14}$

1) Statt der obigen Annahmen wird sehr oft die Zugkraft eines Pferdes (je nach dessen Gewicht) zu 140 bis 150 Pfund, die Arbeitsgeschwindigkeit aber zu 4 Fuss per Secunde, bei einer täglichen Arbeitszeit von 8 bis 10 Stunden vorausgesetzt (Zeit für Ruhepausen eingeschlossen).

Zu den von mir Bd. 1, S. 244 gemachten Angaben von Leistungswerthen ziehender Pferde möchte ich hier noch Folgendes fügen:

Migout und Bergery führen (a. a. O. S. 10) an, dass sie aus zahlreichen Zusammenstellungen von Versuchen und Angaben zu dem Schlusse gelangten: dass ein Pferd, welches einen Meter Weg per Secunde zurücklegt, fähig ist, jeden Tag eine continuirliche Kraft von 70 bis 80 Kilogr. während 9 bis 10 Stunden hervorzubringen, in welcher Zeit es 32 bis 36 Kilom. (1 Kilom. = 7,42 deutsche Meilen) zurücklegt. Hiernach betrüge die kleinste tägliche Leistung:

$$70000 . 32 = 2'240000^{mk} \text{ und die grösste: } 80000 . 36 = 2'880000^{mk}.$$

Nach den von mir gemachten Zusammenstellungen (Bd. 1, S. 244) ist der grösste daselbst überhaupt notirte Werth (a. a. O. S. 245) für die tägliche Arbeit:

$2'880000^{mk}$ nach Dupin und Courtois.

Der kleinste Werth: $1'100630^{mk}$ nach Courtois.

2) An essay on the construction of roads and carriages, 2. edit., London 1817. Nach dieser Ausgabe wurde 1827 in Paris eine Uebersetzung besorgt, die

zwar sowohl mit Modellwagen, als mit solchen von den gebräuchlichen Abmessungen des Alltagslebens.

Diese sämmtlichen Versuche beweisen unzweifelhaft die Vortheile der Fuhrwerke mit Federn und namentlich dann, wenn statt der Holzfedern solche aus Stahl in Anwendung gebracht wurden.

Dass die Federn zur Verminderung des Zugwiderstandes der Fuhrwerke, wie Edgeworth's Versuche lehren, besonders dann beitragen, wenn der Wagenkasten mit seiner Ladung so auf Federn ruht, dass sich der Kasten in jeder beliebigen Richtung (ausgenommen die der Länge) frei bewegen kann, erhellt ohne Weiteres aus der Natur elastischer Körper und aus den Principien der Mechanik.

Stösst beispielsweise ein Rad an einen merklich vorspringenden Stein, so wird dadurch die über demselben liegende Feder gebogen, demzufolge das Uebertragen des Stosses auf das Wagengestell verhütet, elastische Kraft in der Feder angesammelt, diese wieder beim Hinabsteigen des Rades vom gedachten Steine freigelassen und dadurch endlich der Geschwindigkeitsverlust mehr oder weniger wiedergewonnen [1]). Ohne eine derartige Elasticität müsste nothwendig

dem Verfasser allein zu Gebote stand. Der fragliche Gegenstand ist daselbst behandelt S. 122, ferner S. 155 bis 168. Bei den Modellversuchen (die mit noch mehr Sorgfalt als die mit wirklichen Fuhrwerken angestellt werden konnten) ergab sich u. A. Folgendes:

		Ohne Federn. Pfd.	Ohne Federn. Unzen	Mit Federn. Pfd.	Mit Federn. Unzen	Verhältniss des durch die Federn erzeugten Vortheils.
1.	Auf hölzernem Bohlenwege von 75 Fuss Länge, worauf 30 Hindernisse von $^3/_8$ Zoll Höhe genagelt, bei 2 engl. Meilen (à 5280 Fuss engl.) Geschw. per Stunde an Zugkraft erforderlich	6	—	4	—	12 : 8
2.	Wie vorher, jedoch mit $3^3/_4$ engl. Meilen Geschwindigkeit per Stunde	7	—	5	—	12 : 8,57
3.	Desgleichen, aber mit $5^1/_2$ engl. Meilen Geschwindigkeit per Stunde	12	—	6	—	12 : 6
4.	Ebener Bohlweg (ohne Hindernisse) mit der Geschwindigkeit wie bei Nr. 3 . .	6	—	5	8	12 : 11

Bei den Versuchen im Grossen wurde eine eigenthümliche Maschine (Péirameter genannt) in Anwendung gebracht, wodurch es möglich wurde, die erforderliche Zugkraft durch Gewichte zu messen, welche auf bestimmte Höhen gehoben wurden, während die Wagen im Kreise herum liefen. (Abbildungen dieser Maschine liefert unsere Quelle Pl. 3.)

Bei sämmtlichen Versuchen zeigten sich die Wagen mit Federn um so vortheilhafter, je beträchtlicher die Hindernisse, je grösser die Geschwindigkeiten und je schwerer die fortzuschaffenden Lasten waren.

1) Ganz können die Federn, selbst bei vollkommener Elasticität, Verluste

das ganze Obergestell durch einen plötzlichen Stoss in die Höhe gehoben werden, wobei viel Arbeit aufgewandt wird, die man durch das Fallen über den Stein hinab (ohne Feder) nicht wiedergewinnen könnte[1]). Der Engländer Giddy[2]) bemerkt daher ganz richtig in einem Berichte an das englische Strassen-Bau-Comité (im Jahre 1808) u. A. über derartige Federn Folgendes: „Sie verwandeln alle Erschütterungen in eine blosse Vermehrung des Druckes und bewahren somit das Fuhrwerk, wie die Strasse vor den Folgen solcher Stösse; kleine Hindernisse werden durch ihre Hülfe überstiegen, ohne dass das Obergestell merklich aus seiner Lage kommt. Es ist wahrscheinlich, dass man selbst an dem schwersten Frachtwagen Federn von passender Form und Material mit Vortheil anbringen könnte"[3]).

Ursprünglich hat man bei der Verwendung von Federn zwischen Rädern und Obergestell der Kutschwagen allein die Bequemlichkeit, das sanfte Fahren der darin Sitzenden im Auge gehabt, was freilich noch heute bei den in C-Federn hängenden Luxuswagen erster Classe (Fig. 114) der Fall ist, obwohl derartige Federn wegen der bedeutenden Längenschwingungen, in welche beim Fahren ihr Oberkasten versetzt wird, den Zugwiderstand unter allen Umständen vermehren[4]).

Die Beantwortung der zweiten Frage, nämlich die nach der vortheilhaften Richtung der Zugstränge bei Räderfuhrwerken, hängt derartig mit dem Bau des Pferdes (als des allerwichtigsten Zugthieres) zusammen, dass wir hierüber Einiges vorausschicken müssen.

Die Füsse eines Pferdes bilden vier bewegliche Pfeiler, wovon im Ruhe-

durch Stoss nicht ersetzen, da Achse und Räder selbst nicht auf Federn ruhen. (Man sehe auch Roerdansz a. a. O. S. 99 über diese Frage.)

1) Weisbach (a. a. O. §. 259) hat die Wirkung der Federn bei Räderfuhrwerken recht einfach mathematisch nachgewiesen.

2) Dr. Hering, „Das Pferd", S. 517.

3) Kröncke machte denselben Vorschlag bereits 1802, in welchem Jahre sein bereits oben (S. 88) citirtes Buch: „Theorie des Fuhrwerks" erschien. Die betreffende Stelle findet sich daselbst am Ende von §. 76.

4) Auch die bereits angeführten Versuche des Generals Morin bestätigen (im Allgemeinen) das hier Erörterte, indem hinsichtlich der mit Federn ausgestatteten Fuhrwerke hauptsächlich Folgendes hervorgeht:

1. Für die Fahrt im Schritt ist der Widerstand auf allen Strassen und selbst auf gutem Steinpflaster der nämliche für (in Federn) aufgehängte und nicht aufgehängte Fuhrwerke.

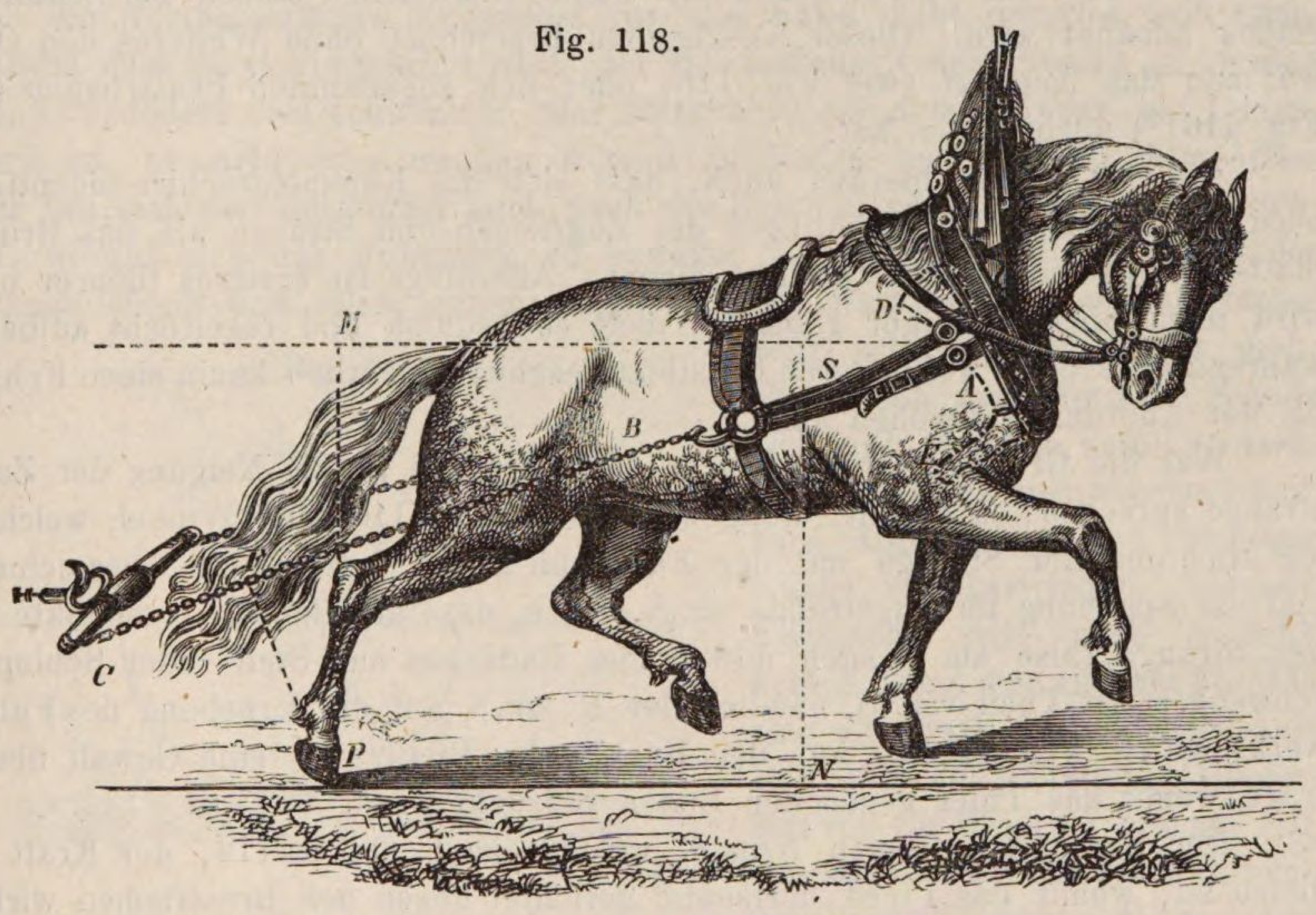
2. Auf Schotterstrassen und Steinpflaster nimmt der Widerstand mit der Geschwindigkeit zu, wobei übrigens die Vergrösserung um so geringer ist, je weniger man das Fuhrwerk starr macht, je besser es in Federn hängt und je glatter die Strasse ist. Die Widerstandszunahme ist bei gut aufgehängten Eilwagen auf sehr guten Schotterstrassen, deren Oberfläche keine hervorragenden Steine darbieten, zwischen den Geschwindigkeiten des Schrittes und des starken Trabes ziemlich gering.

3. Die nicht in Federn hängenden Fuhrwerke, welche im Schritt fahren, verderben die Strasse mehr, als die aufgehängten Fuhrwerke bei der Geschwindigkeit des Trabes, und noch vielmehr werden die nicht in Federn hängenden Fuhrwerke bei der Geschwindigkeit des Trabes auf das Verderben der Strasse wirken.

stande die vorderen senkrecht, die hinteren nur wenig schräg stehen. Der Schwerpunkt *S* des Körpers (Fig. 118) liegt mehr nach vorn, dem Kopf des Pferdes zugekehrt, so dass die Vorderfüsse ein grösseres Gewicht als die Hinterfüsse zu stützen haben.

Sobald aber das Pferd bei langsamem Fortschreiten einen Zug äussert, ändert sich dies Verhältniss, d. h. das Pferd hat dann nur, wie die Fig. 116 und 118 erkennen lassen, zwei Stützpunkte, einen an den Hinterfüssen, den anderen an den Vorderfüssen. Ausserdem aber kommt in diesem ziehenden Zustande auf die Vorderfüsse weniger Gewicht, als beim Ruhezustande, weil die Masse des Thieres von den Zugsträngen theilweise getragen, theilweise durch die schräger gestalteten (strebenartigen) Hinterfüsse gestützt wird, vorausgesetzt, dass das Thier hierzu die erforderlich guten Muskeln besitzt [1]).

Fig. 118.



Durch die Muskeln des Thieres wird jedoch nicht die Zugkraft hervorgebracht, sondern es sind diese die Bewegungsmechanismen, die elastischen Federn, welche die Ortsveränderung, das Vorwärtsbringen des Körpers veranlassen.

Die Zugkraft wird allein oder doch vorzugsweise durch das Gewicht des Thieres erzeugt. Könnte man sich einen Augenblick z. B. das Pferd ohne Gewicht denken, jedoch mit gehörigen Muskeln ausgestattet, so würde hierdurch doch keine Zugkraft geschaffen, weil in den Muskeln fast nur die Fähigkeit sitzt, das von ihnen bedeckte Knochengerippe des Thieres in erforderliche Stellungen und Lagen zu bringen, gleichsam durch Feder- (nicht aber durch Gewichts-) Wirkung gewisse Formen wiederherzustellen, diese zu verändern u. s. w.

Fig. 118 dient zur Erläuterung, wie das Pferd die Zugkraft durch sein Gewicht schafft, da nach dem Vorbemerkten der Punkt *P* des betreffenden Hinterfusses gleichsam den Drehpunkt eines Hebels bildet, wobei das statische

1) Es dürfte hier der Ort sein, auf die nothwendige Rauhigkeit der Fahrbahn aufmerksam zu machen, damit der betreffende Hinterfuss (z. B. *P* unserer Abbildung) vor dem Ausgleiten bewahrt wird.

Moment der Kraft (Gewicht $= G$ des Pferdes) durch das Product $G \times \overline{PN}$, dagegen das statische Moment des Zugwiderstandes ($= S$ in der Strangrichtung BC) durch $S \times \overline{PF}$ bei geneigter, oder durch $S \times \overline{PM}$ bei horizontaler (oder der Fahrbahn paralleler) Strangrichtung gemessen wird [1]).

Aus dieser Betrachtung erhellt zugleich, dass im Allgemeinen die Zugstränge mehr oder weniger geneigt sein müssen, welche Neigung jedoch, aus anderen Gründen, sehr bald ihre Grenze findet, d. h. sie darf nicht zu gross sein.

Ehe wir auf letztere Gründe eingehen, müssen wir den Ort und die Art und Weise der Strangbefestigung am Pferde ein wenig beleuchten.

In Fig. 118 sind merkbar zwei kräftige Knochen, zwischen Hals und Beinen des Pferdes hervorgehoben, wovon der obere AD das Schulterblatt, der untere AE der Oberarm und die Stelle A zwischen beiden das Schultergelenk genannt wird. Dieser Knochenbau bezeichnet ohne Weiteres den Ort, wo man das Kummet (wie Fig. 118) oder den sogenannten Brustriemen (Z, Fig. 116) [2]) anzubringen hat.

Zugleich erhellt hieraus auch, dass sich das Kummetgeschirr eigentlich noch vortheilhafter zum Anbringen der Zugriemen und Stränge als das Brustblatt- (Sielen- oder Seil-) Geschirr eignet. Allerdings ist ersteres theurer und wird nicht überall so gut gemacht, dass es bequem und regelrecht aufliegt, während man beim wohlfeileren Brustblattgeschirr eigentlich kaum einen Fehler bei der Anordnung begehen kann.

Was die Gründe betrifft, welche gegen eine zu grosse Neigung der Zugstränge sprechen, so erhellt, wenn wir (wie in Fig. 116) den Winkel, welchen die Richtung der Stränge mit der Fahrbahn bildet, wieder mit β bezeichnen und die Spannung im Zugstrange $= S$ setzen, dass am Befestigungspunkte E der Stränge (also am Wagen unweit der Radachse am Steif- oder Schleppschwengel) ein Theil von S, nämlich der $S . \sin . \beta$, auf die Erhebung des Fuhrwerks wirkt, welcher sich auf den Rücken des Pferdes als eine Gewalt überträgt, womit das Thier gegen den Boden gedrückt wird.

Der horizontale Werth $S \cos . \beta$, welcher nach (1) S. 112, der Kraft P gleich ist, womit das Pferd horizontal gerichtet gegen den Brustriemen wirkt,

1) Ein Mensch, am Seile ziehend, welches über eine seiner Schultern gelegt ist, oder durch Ueberwerfen eines Zuggurtes, der beim Ziehen vorn gegen die Brust drückt, muss seinen Körper vorwärts biegen, um durch sein Gewicht zu wirken, wobei der Hebelarm PN (analog dem Pferde) nur dadurch sein Maximum erreichen kann, dass er den Körper bis fast zur Erde neigt, eine Richtung, die nur sehr kurze Zeit erträglich ist. Beim Pferde wird dieser Krafthebelarm einfach durch ein weiter nach hinten gerichtetes Einstemmen der Füsse bewirkt, während der Oberkörper seine ursprüngliche Lage nur wenig ändert. Aus allen diesen und noch anderen weitergehenden Schlüssen folgt überhaupt, dass der Mensch mehr zum Tragen (oder Schubkarrenschieben), das Pferd aber zum Ziehen von Lasten geschaffen ist.

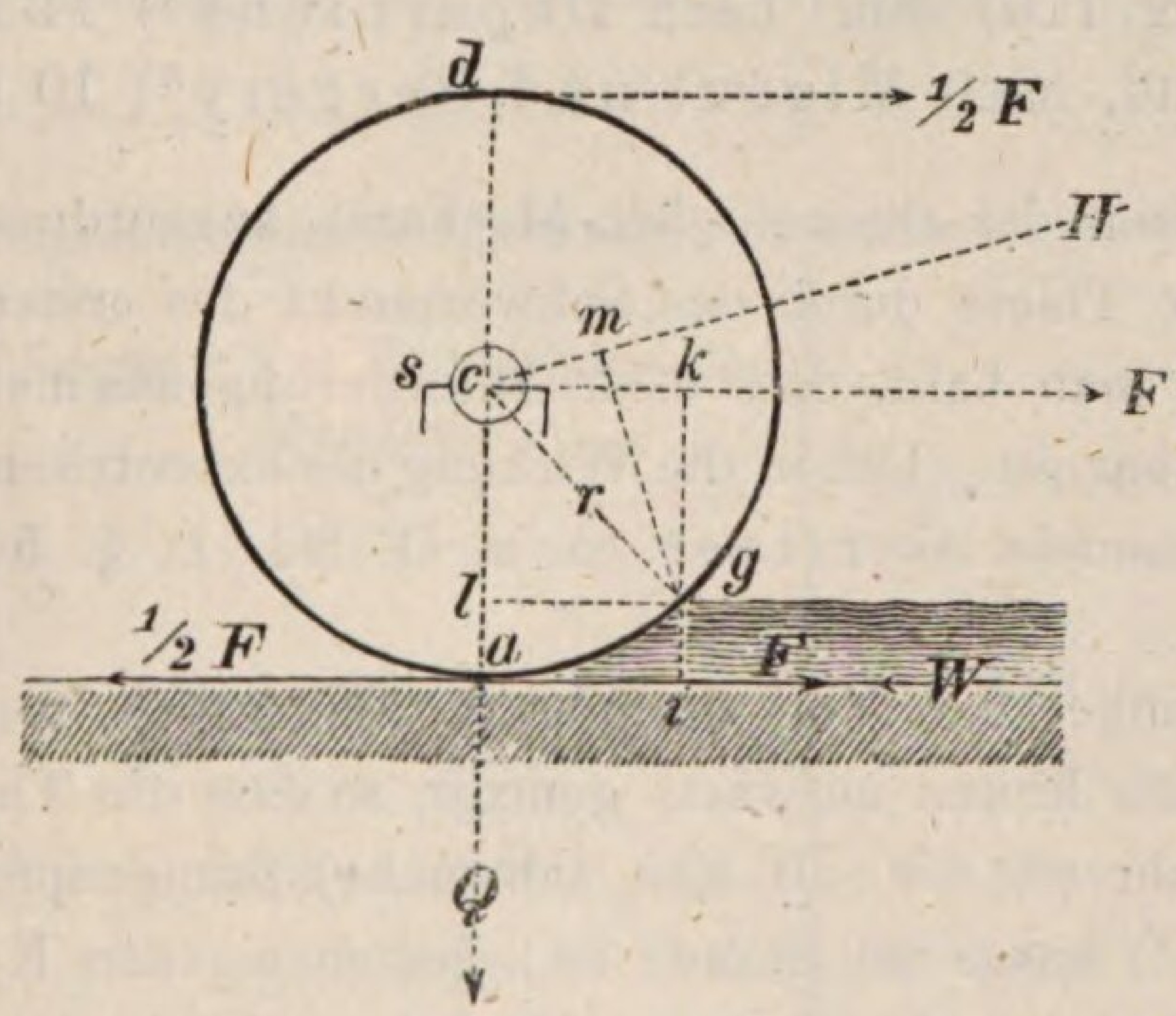
2) Wenn man verhältnissmässig kleine Pferde ausser Acht lässt, beträgt die Entfernung vom Fussboden bis zum Brustriemen (die Brusthöhe) $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fuss. Die ganze Höhe des Pferdes wird vom Fussboden bis zum sogenannten Widerrist (U, Fig. 116) gemessen, die etwa bei mittelgrossen Pferden $5\frac{1}{2}$ Fuss ist.

nimmt aber mit dem Wachsen des Winkels β weniger ab, wie der $S\sin.\beta$ mit demselben Winkel zunimmt, weil der Sinus rascher wächst und abnimmt als der Cosinus [1]). Zu sehr gegen die Fahrbahn gerichtete Zugwinkel verurtheilen also das Pferd zu sehr zum Tragen, wozu, wie vorher erörtert, wohl der Mensch, nicht aber dies Thier geschaffen ist.

Durch einen verhältnissmässig zu grossen Zugwinkel β wird eigentlich das Gewicht des Pferdes vergrössert, welcher Vortheil aber wieder, abgesehen von der Ermüdung des Pferdes, dann aufgehoben wird, wenn man die Pferde mit einer nicht geringen Geschwindigkeit laufen lassen muss, wie dies bei Postkutschen, Eilwagen und fast bei allen Luxusfuhrwerken, endlich auch bei den Fuhrwerken der Artillerie der Fall ist.

Setzt man diese Betrachtung weiter fort, so findet man überhaupt bald, dass der vortheilhafteste Zugwinkel für alle Fälle nicht derselbe sein kann, sondern dass er sich zunächst nach der Beschaffenheit des Pferdes zu richten hat, je nachdem dies schwächer oder stärker [2]), ein Arbeits- oder ein Luxuspferd ist, es mehr oder weniger schnell zu laufen hat u. s. w. Vor Allem aber hat sich der Zugwinkel auch nach der Beschaffenheit des Bodens zu richten, worauf sich das Fuhrwerk zu bewegen hat, so dass die Neigung der Stränge einzig und allein schon dann erfordert wird, wenn die Fahrstrasse sehr schwierig ist, noch mehr aber wenn das Pferd im Stande sein soll, einzelne zufällige mehrere Zoll hohe unzusammendrückbare Hindernisse von geringer Länge zu überwinden. Letztere Thatsache tritt noch schärfer hervor, wenn man sich bei Fig. 117 eine Zugkraft denkt, welche ein Rad über ein plötzliches Hinderniss von der Höhe gi bringen soll. Hat diese Kraft die zur Fahrbahn parallele Richtung cF, so wirkt sie an einem Hebelarme gk; giebt man ihr dagegen die schräge Richtung cH nach oben [3]), so wird gm der betreffende Hebelarm, wobei ohne

Fig. 119.



1) Wir erinnern hierzu, dass (für den Intervall der gewöhnliche Zugwinkel): für 3° der Sinus = 0,052, der Cosinus = 0,998 ist, ferner für
„ 6° „ „ = 0,104, „ „ = 0,994
„ 10° „ „ = 0,191, „ „ = 0,981
„ 18° „ „ = 0,309, „ „ = 0,951 u. s. w.

2) Bei stärkeren Pferden β grösser als bei schwächeren Thieren.

3) Bei schweren Fuhrwerken trifft man sehr oft die Einrichtung, den sogenannten Schleppschwengel sowohl über die Deichsel, als auch unter dieselbe hängen zu können, was z. B. geschieht, wenn die Fuhrleute aus einem guten Wege in einen schlechten (weichen, morastigen u. s. w.) Weg oder gar in eine Vertiefung gerathen.

Weiteres erhellt, dass $mg > gk$, also das statische Moment der Zugkraft ein viel grösseres ist.

Selbst auf ebener Bahn, unter den günstigsten Umständen, sollten, wenn verhältnissmässig langsam gefahren wird, die Zugstränge nicht parallel der Fahrbahn gerichtet sein[1]), weil beim ersten Anziehen eines jeden Fuhrwerkes, wo die Trägheit der Masse und die ruhende Reibung überwunden werden muss, das Pferd mit der Brust sich stets über die Vorderbeine (Fig. 118) etwas hinaus lehnt. War daher die ursprüngliche Strangrichtung parallel zur Fahrbahn, so musste sie beim Anziehen eine unzweckmässige Richtung nach unten annehmen, die vermieden werden muss, so lange man nur kann. Hierin ist auch einer der Gründe mit zu suchen, weshalb Vorspannpferde in der Regel weniger Kraft entwickeln können als Stangen- oder Gabelpferde, indem es hier geradezu unmöglich ist, bei den vorausgehenden Pferden die Stränge nach hinten abwärts zu neigen[2]). Auf rauhen, überhaupt weniger guten Strassen ist es daher weit vortheilhafter, die Pferde neben einander als vor einander zu spannen.

Aus allem bisher über die Richtung der Zugstränge Gesagten erklärt sich von selbst, wie es kommt, dass der sogenannte vortheilhafteste Zugwinkel, selbst von anerkannten Schriftstellern und Experimentatoren sehr verschieden angegeben wird.

So soll dieser Winkel ($= \beta$, Fig. 116) sein: nach Deparcieux[3]) 14 bis 15 Grad, nach Edgeworth[4]) 15 Grad, nach Migout und Bergery[5]) 10 bis

1) Bei einem nach den Grundsätzen der theoretischen Mechanik angeordneten Fuhrwerke müsste die Zugrichtung der Thiere durch den Schwerpunkt des ersteren gehen. Bei einiger Ueberlegung findet man bald, dass diese Anforderung aus mehrfachen Gründen praktisch nicht ausführbar ist. Ueber die Wirkung des excentrischen Zuges bei vierrädrigen Fuhrwerken handeln Gerstner (a. a. O. Bd. 1, §. 546) und Kaiser (a. a. O. §. 888).

2) Sehr oft sind leider die Stränge der Vorspannpferde (namentlich wenn diese klein sind) schon ursprünglich nach hinten aufwärts geneigt, so dass das Thier beinahe vom Boden gehoben wird, während das (oft alte, schwache) Stangenpferd (in Scheerdeichsel eines Karrens gehend) kaum im Stande ist, seinen eigenen Körper zu halten, fast zu Boden gedrückt wird und seine ganze Kraft braucht, um nicht einen Theil von dem Gewichte des vorderen Pferdes zu tragen. Brunel hat in dem Anhange zu dem bereits wiederholt citirten englischen (von Dr. Hering deutsch bearbeiteten) Werke „das Pferd", S. 492, diese verkehrte Anspannung der Pferde durch eine besondere Abbildung illustrirt, bei deren Betrachtung das Mitleid jedes Thierfreundes unbedingt hervorgerufen wird! Beim Schiffsziehen, wo diese verkehrte Zugrichtung fast unvermeidlich ist, nehmen Smeaton, Desaguillers u. A. auch hier die Zugkraft eines Pferdes nur zu $4/5$ von dem an, was es, richtig angespannt, vor einem guten Wagen ausübt.

3) „Sur le tirage des chevaux" in den Mémoiren der Pariser Akademie vom Jahre 1760, p. 263.

4) A. a. O. p. 67.

5) A. a. O. §. 8. Aus 1816 in Metz angestellten dynamometrischen Versuchen des Generals Berg. Beim Ziehen auf festem Boden ergab sich überhaupt Folgendes:

12 Grad, nach Brunel[1]) 11 bis 18 Grad, nach Cavalli[2]) 18 Grad und mehr. Dagegen nach Moll[3]) 6 bis 7 Grad (wenn das Pferd ein Sattelpferd ist)[4]).

Morin's Versuche[5]) lehren ungefähr dasselbe. Ausdrücklich bemerkt wird nämlich, dass die vortheilhafteste Richtung der Zuglinie nicht nur von der Beschaffenheit der Fahrbahn, sondern auch von den Radhalbmessern und bei zweirädrigen Fuhrwerken von den Dimensionen des Vorderwagens und endlich davon abhängt, ob die verlängerte Zuglinie näher oder entfernter an der Achse vorbei geht.

Um die Ableitung des vortheilhaftesten Zugwinkels (welcher die Zugkraft zu einem Minimum macht) auf mathematischem Wege, hat sich besonders Piobert in seinem „Cours d'Artillerie“[6]) verdient gemacht, den er beispielsweise für hartes ebenes Terrain zu 2 Grad berechnet. Dabei erörtert dieser wackere Schriftsteller auch die Frage der vortheilhaftesten Raddurchmesser durch interessante Rechnungen, die überdies besonderen Werth als Aufgaben, zur Anwendung der Principien der Mechanik, haben. Beiläufig gesagt, gelangt Piobert (a. a. O. p. 304) dazu, dass der vortheilhafteste Radhalbmesser $r = 0^m,73$ = 28,73 Zoll engl., oder der Durchmesser $1^m,46$, d. h. fast 5 Fuss engl. zu nehmen ist, wenn nicht besondere Umstände zu einer Abänderung nöthigen.

Schliesslich werde noch bemerkt, dass man die Länge der Geschirrstränge stets so kurz wie möglich nehmen sollte, ohne die Pferde in ihrer Bewegung zu hindern, weil lange Stränge nicht nur eine etwas elastische,

Neigung der Zugstränge in Graden.	Zugkräfte		
	starker Pferde.	schwacher Pferde.	der Pferde von mittlerer Kraft.
	Kil.	Kil.	Kil.
0^0	389	346	360
$6^0 - 7^0$	424	376	400
$10^0 - 12^0$	443	401	422
$13^0 - 16^0$	397	366	382

1) „Das Pferd“, deutsch von Dr. Hering, S. 495.

2) Turiner Mémoiren (2) XI., p. 496 und hieraus in den „Fortschritten der Physik“, 6. und 7. Jahrgang, S. 104, sowie im Notizblatte des Hannoverschen Architekten- u. Ing.-Vereins, Bd. 3 (1853—1854), S. 559.

3) Encyclopédie, Art. „Attelage“ (T. 2, p. 749).

4) In Deutschland ist in der Regel das linke Pferd das Sattelpferd, also das rechts gehende das Handpferd.

5) Recht übersichtlich in deutscher Bearbeitung bei Kaiser (Handbuch der Mechanik §. 882).

6) Dem Verfasser liegt nur die lithographirte Ausgabe (April 1841) dieses Werkes der berühmten Metzer „École d'Application de l'Artillerie et du Génie“ vor, woselbst der ganze mit „Roulage des Voitures“ überschriebene Abschnitt höchst lesenswerth und der speciell citirte Gegenstand S. 308 u. f. zu finden ist.

nachgiebige Masse bilden [1]), die sich unregelmässig ausdehnt, was für die Zugkraft nachtheilig werden kann, sondern weil auch die Pferde zu leicht über lange Stränge treten und das Lenken und Regieren derselben schwieriger wird.

Man sehe in letzterer Beziehung auch Roerdansz, S. 103, und Brunel in dem Buche „Das Pferd“, S. 484.

Endlich werde der Vollständigkeit der Literatur wegen noch eines bereits 1815 verfassten (etwas sehr breit gehaltenen) Artikels des Hessischen Capitäns Wiegrebe, in Dingler's polyt. Journ. Bd. 7 (1825), S. 196 gedacht, welcher die Ueberschrift trägt: „Ueber die zweckmässigste Richtung der Zugstränge bei dem Fuhrwesen.“

§. 10.

Strassen-Dampfwagen [2]).

Geschichte und Gegenwart.

Nachdem man den Wasserdampf zur Verrichtung mechanischer Arbeiten nutzbar zu machen verstanden hatte, war man

1) Die Verminderung der Zugkraft eines Pferdes beim Schiffsziehen, zu ungefähr $^4/_5$ des Wagenzuges, liegt mit in den langen Zugseilen.

2) Literatur über Strassen-Dampfwagen: A. Gordon, An historical and practical treatise upon elementar locomotion, by means of steam carriages on common roads etc., Edinburgh 1832. Ins Deutsche übertragen unter dem Titel: Historische und praktische Abhandlung über Fortbewegung ohne Thierkraft mittelst Dampfwagen auf gewöhnlichen Landstrassen, von Alexander Gordon. Mit 14 Tafeln Abbildungen. Weimar 1833. Das erste Buch behandelt den fraglichen Gegenstand geschichtlich bis zum October 1832 und beschäftigt sich namentlich speciell mit den Strassendampfwagen und Dampfkutschen Griffith's (1821), Gordon's (1822 und 1824), Gurney's (1825 und 1831), Hancock's (1831), des Dr. Church (1832) u. A. — v. Baader, Ueber den gegenwärtigen Zustand und die künftigen Aussichten der Dampfwagen, insbesondere auf gewöhnlichen Strassen. Dingler's polyt. Journ. Bd. 48 (1833), S. 168. Dieser bekannte deutsche Techniker zeigt in diesem Aufsatze recht verständig, dass Strassendampfwagen (für allgemeine Zwecke) keine Zukunft haben. Noch ausführlicher behandelt er denselben Gegenstand in der folgenden besonderen Schrift: Die Unmöglichkeit, Dampfwagen auf gewöhnlichen Strassen mit Vortheil einzuführen, Nürnberg 1835. — Dr. Lardner, The Steam Engine, Seventh Edition. London 1840, p. 419 (Locomotive Engines on Turnpike Roads). Hier werden vorzugsweise die Dampfkutschen von Hancock, Ogle und Church besprochen. In der achten im Jahre 1850 erschienenen Auflage dieses Werkes wird der Strassen-Dampfwagen gar nicht mehr gedacht. — Rühlmann, Ueber Strassenlocomotiven. Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für das Königreich Hannover. Jahrgang 1859, S. 17; (Boydell's Maschine) Jahrgang 1861, S. 249; (Aveling's Maschine) Jahrgang 1863, S. 311; (Versuche mit 7 Maschinen verschiedener Fabrikanten) Jahrgang 1865, S. 261 (Strassenlocomotiven in der Baierischen Pfalz). — Die

bemüht, den betreffenden Maschinen eine so vielseitige Anwendung wie nur möglich zu geben, wohin auch deren Verwendung zur Bewegung des Strassenfuhrwerkes gehört.

Besondere Veranlassung hierzu gab auch noch der Uebelstand, dass die Geschwindigkeit, womit Zugthiere Arbeiten verrichten können, verhältnissmässig eine sehr beschränkte ist [1]), ferner die naturgemässe Ermüdung der Thiere das Gebundensein an eine ganz bestimmte Zeitdauer der Arbeit fordert, und endlich

Strassendampfwagen auf der internationalen landwirthschaftlichen Ausstellung zu Hamburg. Zeitschrift des Architekten- und Ing.-Vereins für das Königreich Hannover Bd. 10 (1864), S. 248. Vorausgehend (ebendaselbst), S. 237, ein Bericht an das königl. Ministerium des Innern zu Hannover: „Ueber die Anwendung von Dampfwagen auf öffentlichen Strassen," erstattet von einer dazu berufenen Commission. — Sammann (Ober-Maschinenmeister zu Breslau), Die Strassenlocomotiven der Londoner internationalen Industrie-Ausstellung im Jahre 1862. Amtlicher Bericht. Classe 5, S. 487. Eine kurze, sehr gut abgefasste mit einfachen Holzschnitten begleitete Darstellung. — Perels, Handbuch zur Anlage und Construction landwirthschaftlicher Maschinen und Geräthe. Jena 1866. Zweiter Band, S. 383. Dem Zweck des Werkes überhaupt gemäss, behandelt der Verfasser nur die Strassenlocomotiven für landwirthschaftliche Zwecke. Eine übersichtliche Abhandlung, der nur noch einige Abbildungen hätten beigegeben werden sollen. — Wottitz, Abschnitt „Strassenlocomotiven" im Special-Berichte über die Maschinen und Geräthe der internationalen Industrie- und landwirthschaftlichen Ausstellungen zu Stettin und Cöln im Mai und Juni 1865, Wien 1866, S. 103. Hier wird namentlich über die Maschinen von Fowler und Schwarzkopf auf der Cölner Ausstellung berichtet, wobei leider von letzterer (als einer Schnellzugmaschine) die Abbildung fehlt.

1) Seiner Zeit legten die besten englischen Stage-Coaches in der Stunde 11 englische Meilen zurück, was einer Geschwindigkeit von $\frac{5280 \,.\, 11}{3600} = 16{,}11$ Fuss per Secunde entspricht (Gordon a. a. O. S. 24). Zwischen London und Birmingham sollen (1832) diese Personen-Eilwagen sogar 12, ja zuweilen 15 Meilen (?) per Stunde gefahren sein, so dass die Geschwindigkeiten per Secunde also beziehungsweise $\frac{12 \,.\, 5280}{3600} = 17{,}6$ und $\frac{15 \,.\, 5280}{3600} = 22$ Fuss betragen hätten (Gordon a. a. O. S. 211). Wollte man mit diesen Angaben die Zuverlässigkeit der Maschek'schen Kräfteformel prüfen und nähme man dazu die von Kaven (dessen Wegebau S. 34) für rasche Pferde eingeführten Zahlenwerthe, d. h. setzte man $P = 130\left(3 - \frac{v}{5{,}5} - \frac{z}{6}\right)$, so erhielte man für v doch erst 16,5 Fuss, wenn z zu Null eingeführt würde.

Wood (Eisenbahnkunde, S. 312, der Köhler'schen Uebersetzung) giebt 13 engl. Meilen pro Stunde als Geschwindigkeit der Liverpool-Manchester Stage-Coaches an.

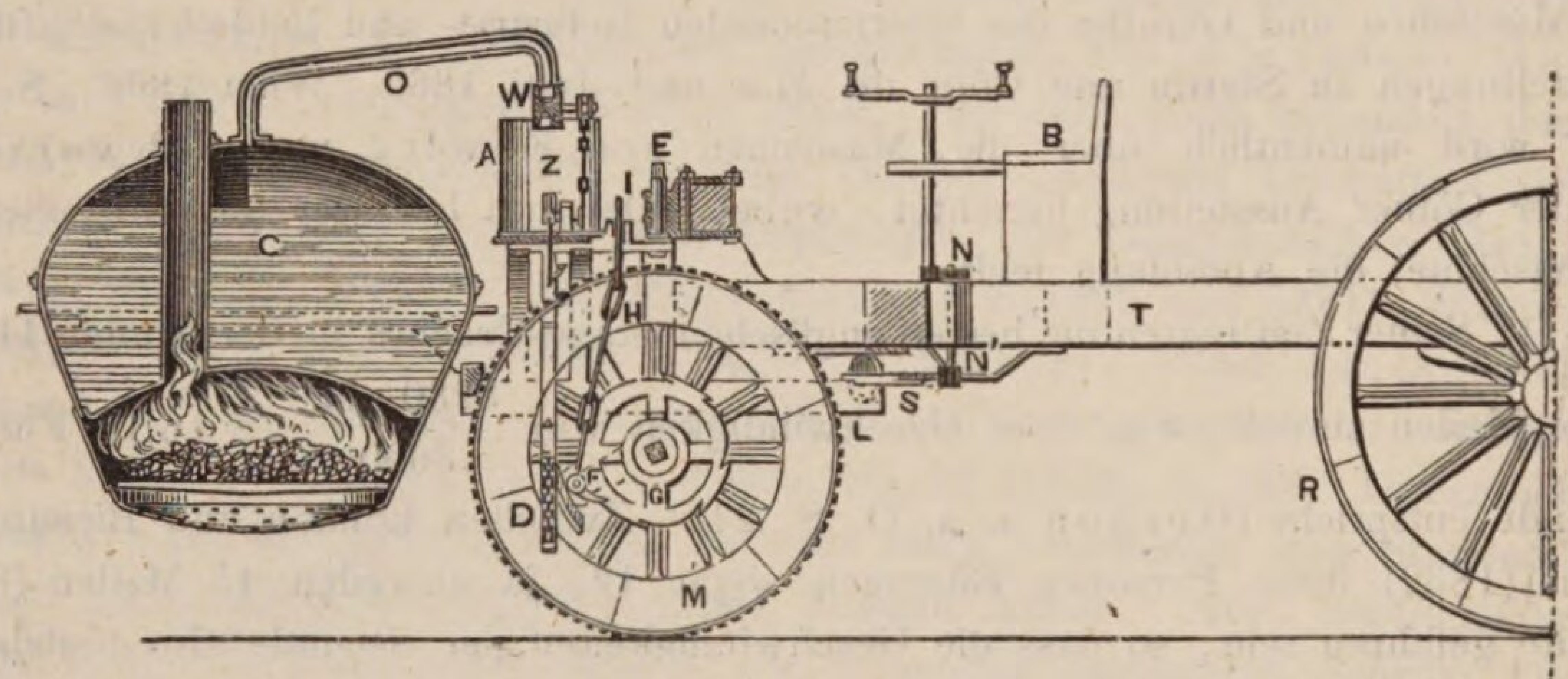
die nicht fern liegende Hoffnung, dass die vom Dampfe erzeugte Zugkraft wohlfeiler zu beschaffen wäre, als die der geeigneten Thiere, insbesondere der Pferde.

Der Erste, welcher vorschlug, die Dampfmaschine als Beweger der Strassenfuhrwerke zu benutzen, war Savery (Bd. 1, S. 399), der Erfinder der sogenannten hydraulischen Dampfmaschinen [1]; indess ist von einer wirklichen Ausführung der Idee Nichts bekannt geworden. Ebenso erging es (1759) Dr. Robison in Glasgow, dem Jugendfreunde Watt's und dessen Mitarbeiter an der Vervollkommnung der Dampfmaschine.

Der Erste, dem die Construction eines Strassendampfwagens wirklich gelang, war der französische Ingenieur Cugnot [2]). Eine auf Kosten der französischen Regierung erbaute Maschine desselben wurde 1769 vor dem damaligen Kriegsminister Choiseul u. A. probirt, wobei die Fahrt auf Pariser Strassenpflaster mit einer Geschwindigkeit von 4 Kilometer ($2\frac{1}{4}$ engl. Meilen) per Stunde geschah und die Nutzlast aus vier darauf sitzenden Personen bestand.

Die Anordnung dieser Maschine erhellt aus Fig. 120 u. 121 (in $\frac{1}{56}$ wahrer Grösse gezeichnet). Man erkennt zunächst, dass der ganze Bau auf drei

Fig. 120.

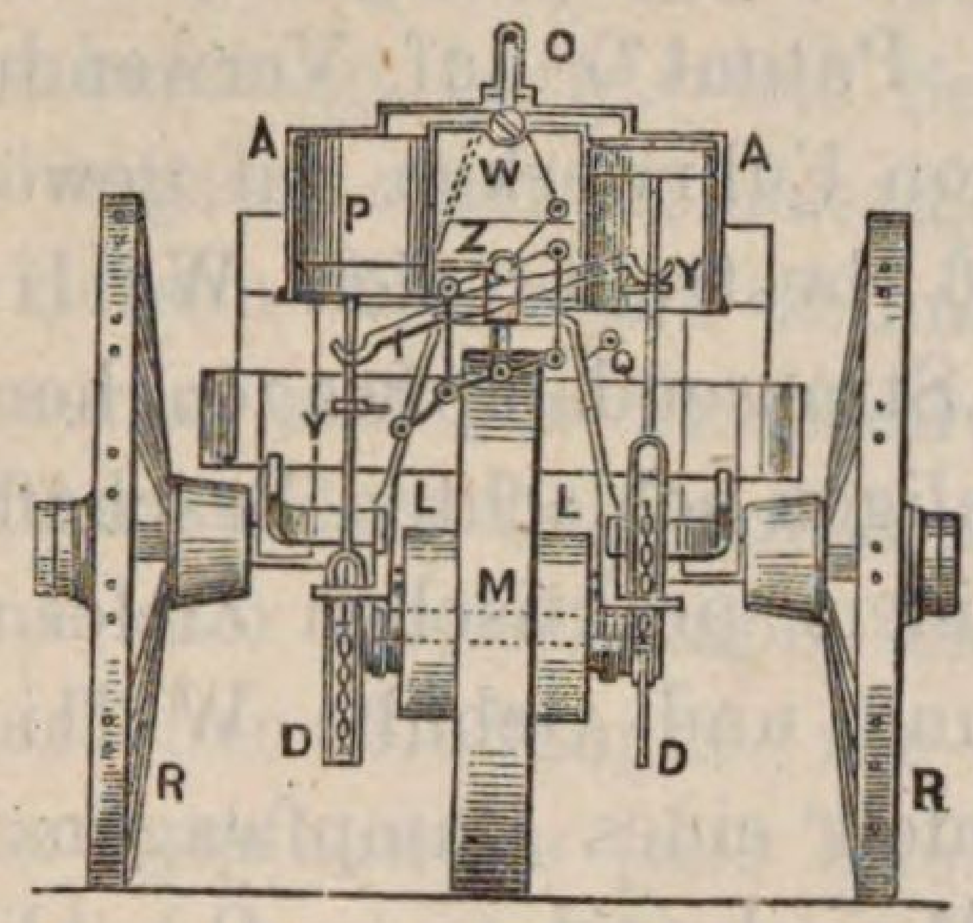


1) Smiles, Lives of the Engeneers, Vol. 3, p. 74.

2) Cugnot war ein Lothringer von Geburt (geb. 1729, gest. 1804 in Paris). Ausführlich über Cugnot's Strassenlocomotiven handelt ein Bericht des englischen Ingenieurs Cowper in den Proceedings of the Institution of (Birmingham) Mechanical Engineers 1853, p. 33 u. s. w., mit Abbildungen der Original-Maschine begleitet, die hier benutzt wurden. Noch andere Angaben über Cugnot macht Perdonnet in seinem „Traité élémentaire des chemins de fer", Tome 3, p. 53 u. s. w.

Rädern ruhte, nämlich auf einem Triebrade *M* und zwei hinten angebrachten Laufrädern *RR*. Der zugehörige Dampfkessel *C* war an einer Fortsetzung des Gestellrahmens *T* nach vorn hin aufgehangen und stand mit zwei neben einander gestellten Dampfcylindern *AA* (Fig. 121) durch eine Röhre *O* in geeigneter Verbindung. Das abwechselnde Zuführen des Dampfes wurde durch einen Hahn *W* vermittelt, wobei erhellt, dass die Dampfmaschinen einfach wirkende waren und überhaupt der in Bd. 1, S. 404 abgebildeten und beschriebenen Leupold'schen Hochdruckmaschine (von 1725) glichen.

Fig. 121.



Beim Niedergange eines der Kolben *P* nahm die Stange *D* einen lose auf die Achse des Triebrades gesteckten Krummzapfen *F* mit sich, wozu man die erforderliche Verbindung durch Kette und Bogenstück herbeigeführt hatte. Auf der Warze von *F* steckte ein doppelter, nach zwei Seiten in Wirksamkeit zu setzender Sperrkegel, der beziehungsweise in die nach der einen oder anderen Seite gerichteten Zähne eines Sperrades *G* greifen konnte, welches mit dem Triebrade *M* fest verbunden war, wodurch letzterem bei jedem Kolbenniedergange das Viertel einer Kreisumdrehung ertheilt wurde. Mit dem abwärtsgehenden Kolben bewegte sich gleichzeitig eine Kette *H* niederwärts, die man an derselben Seite am Krummzapfen *F* befestigt hatte. Unter Vermittlung eines Hebels *J* wurde hierdurch die aufwärts gerichtete Bewegung des zweiten Kolbens zu Stande gebracht.

Die erforderliche Drehung des Steuerhahns *W* geschah in folgender Weise: Ungefähr in der Mitte jeder Kolbenstange war eine Knagge *Y* befestigt, welche beim Niedergange an die äussersten Enden eines Hebels *Q* stiess. Letzterer stand wieder in der aus Fig. 121 ersichtlichen Weise mit einem zweiten darüber liegenden Hebel *Z* in Verbindung, von dessen Drehachsen aus die Bewegung auf den Hahn *W* durch ein Kniegelenk übertragen wurde.

Um die Drehung des Triebrades *M* beliebig rechts oder links herum geschehen, das Fuhrwerk also vorwärts oder rückwärts laufen lassen zu können, bedurfte es nur beziehungsweise des Auslösens und Einlösens des betreffenden Sperrkegels *F* in die nach der einen oder anderen Seite gerichteten Zähne des Ringes *G*.

Die Steuerung des Wagens wurde vom Sitzplatze *B* des Führers aus durch geeignete Drehung eines Händels bewirkt, wodurch die betreffende Bewegung erst einem Radpaare *N* mitgetheilt, nachher aber einem Getriebe *N'* und mittelst des letzteren auf einen am Gestellrahmen *L* befestigten Zahnbogen *S* übertragen wurde.

Nach sehr ungünstig ausgefallenen Versuchen wurde Cugnot's Strassendampfwagen als Modell dem Conservatoire des Arts et Métiers in Paris einverleibt, wo sich solches noch heute befindet.

Cugnot's Bemühungen waren indess insofern nicht nutzlos

gewesen, als sie Anderen zur Verfolgung des Gegenstandes Veranlassung gaben.

So beschäftigte sich von 1772 ab der Amerikaner Olivier Evans mit der Ausführung von Strassendampfwagen [1]. 1784 nahm James Watt ein englisches Patent [2] auf Verwendung seiner Dampfmaschine zum Bewegen von Fuhrwerken auf gewöhnlichen Strassen. Von 1784 bis 1786 bestrebte sich William Symington [3], in Schottland einen Strassendampfwagen herzustellen, gelangte aber wegen der damaligen schlechten Beschaffenheit der schottischen Strassen zu keinem praktischen Ziele. In derselben Zeit brachte Watt's Freund und Gehülfe William Murdock ein wirklich gangbares Modell eines Dampfwagens zu Stande, wovon sich bei Smiles und Muirhead (a. a. O.) Abbildungen vorfinden.

Nach vielen Mühen und Drangsalen gelang es Olivier Evans im Winter von 1803 bis 1804 die erste Strassenlocomotive in Gang zu bringen, von der berichtet wird [4], dass sie „im Angesichte von wenigstens zwanzig Tausend Zuschauern durch die Strassen von Philadelphia bis an den Schuylkill-Fluss“ ihren Lauf nehmen konnte. Leider wurde weder von dieser ersten Maschine ernsterer Gebrauch gemacht, noch fanden Evans' Bestrebungen überhaupt die verdiente Anerkennung.

In England nahm im Anfange dieses Jahrhunderts ein Ingenieur der Cornwaller Zinnbergwerke, Richard Trevithik, die Construction von Strassendampfwagen wieder auf, verband sich (wahrscheinlich der Geldmittel wegen) mit einem gewissen Andrew Vivian und nahm mit diesem zugleich 1802 ein Patent [5] auf „Steam engines for propelling carriages“, was sie bald durch den Bau eines Wagens in die Praxis einzuführen suchten, der auf vier Räder laufend, ausser der Dampfmaschine und deren Kessel, ganz einer gewöhnlichen Stage-Coach glich.

1) Smiles, a. a. O. Vol. 3, p. 76.

2) Muirhead, Origin and Progress of James Watt's Mech. Invent. Vol. 3, p. 110.

3) Smiles, a. a. O. p. 76.

4) Wood's praktisches Handbuch der Eisenbahnkunde. Deutsch bearbeitet von Hermann Köhler, Braunschweig 1839, S. VIII.

5) Specification Nr. 2599 vom 26. März 1802, begleitet von einer grossen Tafel Abbildungen.

Die Dampfmaschine war eine doppeltwirkende Hochdruckmaschine, mit einem horizontalliegenden Cylinder, die man nebst Kessel und Feuerbox über der Hinterachse des Wagens befestigt hatte. Die Bewegung wurde, von der Kolbenstange aus, mittelst einer Lenkstange auf einen Krummzapfen übertragen, auf dessen Welle ein Zahnrad sass, welches mit einem (etwas grösseren) auf der Triebradwelle im Eingriffe stand.

Ausserdem beschaffte man die Bewegung des Dampfsteuerhahns, der Speisepumpe, eines Gebläses (zur Erzeugung des erforderlichen Luftzuges für den Verbrennungsprocess) von der Krummzapfenwelle (des Triebrades) aus und befestigte auf dieser Welle auch ein kräftiges Schwungrad.

Diese Dampfkutsche erregte so viel Aufsehen, dass sie von Lands-End (Cornwall) nach London geschafft und dort von aller Welt, insbesondere von den damaligen berühmten Männern der inductiven Wissenschaften, Davies Gilbert und Sir Humphry Davy, beide (wie Trevithik) aus Cornwall gebürtig, bewundert und gepriesen wurde [1]).

Schon damals (1803) gelangte Trevithik zu der Ueberzeugung, dass derartige Dampfwagen nicht eher praktischen Werth erlangen, überhaupt keine Zukunft haben könnten, bevor man nicht auf eine recht gründliche Verbesserung der Strassen Bedacht nähme. In der That verliess Trevithik den Strassendampfwagen gänzlich und wandte seine Aufmerksamkeit der Verbindung des Dampfrosses mit dem Eisenwege zu und construirte als zweites Exemplar eine Eisenbahn-Locomotive, auf welche wir später, im Abschnitte „Eisenbahn-Fuhrwerke", zurückkommen werden.

Verständige Mechaniker, kluge Capitalisten und Geschäftsmänner verzichteten von hier ab auf das undankbare Project der Strassendampfwagen und verwendeten ihre ganze Aufmerksamkeit auf die Vervollkommnung der Dampfwagen für Eisenbahnen, bis diese Bestrebungen durch die eminenten Erfolge gekrönt wurden, welche sich 1829, bei der Eröffnung der Liverpool-Manchester-Eisenbahn, thatsächlich aller Welt zeigten.

Indessen waren es andererseits gerade die Ergebnisse letzte-

1) Sir Humphry äusserte (nach Smiles a. a. O. p. 81) unter Anderm: „I shall soon hope to hear that the roads of England are the haunts of Captain Trevithik's dragons a characteristic name."

rer Eisenbahn, welche von Neuem zur Aufnahme und Verfolgung des Projectes der Dampfwagen für gewöhnliche Strassen anregten. Es zeigte sich nämlich bald, dass die glänzenden Resultate der mechanischen Technik „sehr theuer", ja nach Ansicht der Geldmenschen „viel zu theuer" erkauft waren. Die Anlage der Liverpool-Manchester-Bahn hatte mit ihren Locomotiven-Maschinen das Doppelte des Voranschlags, eine Million Pfund Sterling gekostet, und ihre Unterhaltung wie ihr Betrieb erforderte (nach den damaligen Ansichten und Verhältnissen) einen ungeheuren Aufwand.

Es war daher naturgemäss, dass die Landstrassen-Mechaniker wieder Muth schöpften, dieselben Resultate auf gewöhnlichen Strassen wohlfeiler zu erhalten, ja sogar hofften, die kostbaren Eisenbahnen ganz verdrängen zu können!

Durch einige mit derartigen Dampfwagen auf gewöhnlichen Landstrassen scheinbar bessere Erfolge wurde bald so viel Aufsehen erregt, dass sich im Jahre 1831 sogar das Unterhaus des englischen Parlaments zur Prüfung der gewonnenen Resultate durch eine Commission bewegen liess, die freilich mit Ausnahme von Zweien, ganz aus den patentirten Erfindern und Eigenthümern der neuen Dampfkutschen (Steam-Carriages), ihren Associés und Werkmeistern bestand. Der amtliche Bericht dieser Commission war so überaus günstig[1]), dass es schien, als wären alle seit Cugnot und Trevithik bestandenen Schwierigkeiten glücklich besiegt.

Leider wollten die hierdurch erregten Erwartungen abermals nicht in Erfüllung gehen[2]), vielmehr fanden sich, trotz der Gegenanstrengungen besonders Gurnay's, Gordon's[3]), Ogle's[4]) und des Dr. Church[5]), immer mehr vernünftige Mechaniker und

1) Dingler's polyt. Journ. Bd. 48 (Jahrgang 1833), S. 170.

2) In einem anderen Artikel des Dingler'schen Journ. (Bd. 48) welchen Baader in München nach dem „Foreign Quarterly Review" vom October 1832 deutsch bearbeitete, heisst es S. 15: „Seit Trevithik sind wahrscheinlich nicht weniger als hundert Dampfwagen, welche auf gewöhnlichen Strassen fahren sollten, gebaut worden, die sich jedoch nur darin glichen, dass sie dieselben unglücklichen Resultate hatten."

3) Dessen oben citirtes Werk „Abhandlung über Fortbewegung ohne Thierkraft."

4) Dingler's polyt. Journ. Bd. 49, S. 161; Bd. 50, S. 3; Bd. 61, S. 476 u. s. w.

5) Ebendaselbst Bd. 61, S. 476 und Bd. 63, S. 286 (Zeugenaussagen).

Geldleute, welche von jeder weitergreifenden Verfolgung der Sache abriethen[1]). Auch in Deutschland erhob sich die Stimme geachteter Männer gegen die allgemeine Nützlichkeit der Strassen-Dampf-Fuhrwerke überhaupt, so dass mit dem Anfange der Vierziger Jahre die ganze Angelegenheit in England fast wieder in Vergessenheit gerathen war und nur noch 1841 in Frankreich eine von Dietz versuchte Maschine vorübergehende Aufmerksamkeit erregte[2]).

Die bereits Bd. 2, S. 443 u. 444 hervorgehobenen Bemühungen der Engländer, die Dampfmaschine für landwirthschaftliche Zwecke brauchbar zu machen, wurden auch Veranlassung, dahin zu trachten, den Locomobilen eine geeignete Stellung zu verschaffen. Die Thatsache, dass das Haupthinderniss des Gelingens brauchbarer Strassendampfwagen in der Beschaffenheit der Fahrwege liege, und dass dieser Uebelstand sich in noch höherem Grade bei der Verwendung dieser Maschinen für Ackerbauzwecke herausstellen musste, führte zur Verwendung derselben auf transportablen Eisenbahnen und zur Construction von Zugmaschinen (Traction-Engines) mit Schienenschuhen oder Pantoffeln.

Indem wir hinsichtlich der Verwendung transportabler Dampfmaschinen auf temporären Eisenbahnen die Bd. 2, S. 444 u. 445 erörterten Bestrebungen Osborn's und Willoughby's ins Gedächtniss rufen, fassen wir hier nur das zweite System, nämlich Boydell's Zugmaschine mit endloser Schienenbahn (Schleppbahn), und zwar specieller ins Auge, als dies bereits an der citirten Stelle (Bd. 2) geschehen konnte. Vorher werde jedoch bemerkt, dass Boydell, von 1846 an[3]), bemüht war, seine Schleppbahn-Locomobile zum Selbstfahren und Ziehen über lockeren Erdboden (frisches Ackerland), sandiges, morastiges und selbst über löcheriges Terrain brauchbar zu machen.

Mit Erfolg gelang dies jedoch erst 1854[4]), und war es, nach Wissen des Verfassers, insbesondere die Versammlung der Royal Agricultural Society zu Carlisle 1855, wo sich Boydell's Schlepp-

1) v. Baader in Dingler's polyt. Journ. Bd. 48, S. 168, sowie in der selbstständigen bereits oben citirten Schrift.

2) Bulletin de la Société d'encouragement, Jahrgang 1841 und daraus in Dingler's polyt. Journ. Bd. 80 (1841), S. 81.

3) Patent Specification Nr. 11357 vom 29. August 1846.

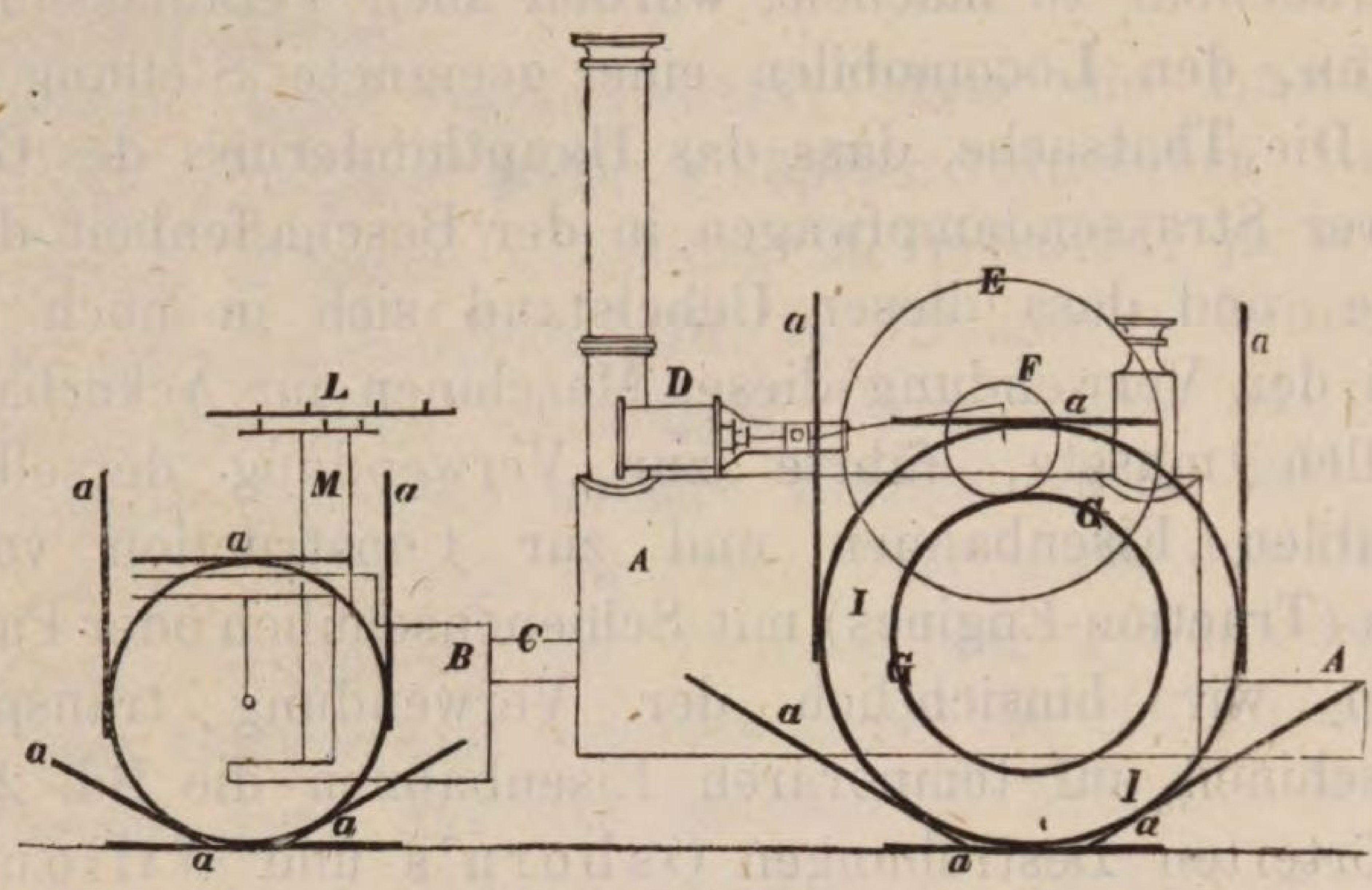
4) Patent Specification Nr. 431 vom 22. Februar 1854.

schuh-Locomotive unter geeigneten Umständen zuerst als wirklich brauchbare Maschine erwies[1]).

Durch die charakteristisch sinnreiche Schleppbahn ist Boydell's Maschine, namentlich jungen Technikern, ein für alle Zeit beachtenswerther Constructionsgegenstand geworden, so dass es der Verfasser für Pflicht hält, hier auf die Sache etwas näher einzugehen.

Die Skizze Fig. 122 lässt zunächst eine Gesammtansicht der Maschine erkennen, welche bis auf die Schleppbahn, den Vorderwagen mit Steuerung

Fig. 122.



und eine Zahnradtransmission zur Bewegungsübertragung auf die Triebräder einer gewöhnlichen Räder-Locomobile gleicht, wie solche bereits Bd. 2, §. 62 ausführlich beschrieben und durch Abbildungen erläutert wurde. Vorder- und Hinterwagen *A* und *B* sind durch ein kräftiges Halsstück *C* verbunden[2]). Auf der Krummzapfenwelle hat man ein Schwungrad *E*, sowie zwei Zahnräder *F* (an jedem Ende eins) festgekeilt, welche letztere mit grossen Zahnrädern *G* in Eingriff gebracht werden konnten, die man zu beiden Seiten auf der Achse der grossen Triebräder *J* befestigt hatte[3]).

1) Der Verfasser hatte zuerst Gelegenheit, bei dem grossen Meeting derselben Gesellschaft, in Chester 1858, die Boydell'sche Maschine in ihrer Arbeitsthätigkeit beobachten zu können. Ein betreffender Bericht findet sich abgedruckt in den Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1859, S. 17.

2) Eine der vom Verfasser (1858) in Chester längere Zeit beobachteten Maschinen hatte zwei Dampfcylinder von je $6\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, 10 Zoll Kolbenhub und arbeitete mit einer Dampfspannung von 80 Pfd. Ueberdruck per Quadratzoll englisch.

3) In dem bereits notirten speciellen Falle hatte jedes der Zahngetriebe *F* 10 Zähne, jedes der fünffüssigen Stirnräder *G* war mit 96 Zähnen ausgestattet,

Der Steuerungsmechanismus $L\,M$ am Vorderwagen ist im Allgemeinen so angeordnet, wie bei der S. 130 beschriebenen, allerersten Strassen-Locomotive von Cugnot.

Was nun den Hauptgegenstand, die Schleppbahn der Boydell'schen Maschine, anlangt, so wird derselbe mit Zuziehung der Fig. 123 bis 125 leicht verständlich.

Fig. 123.

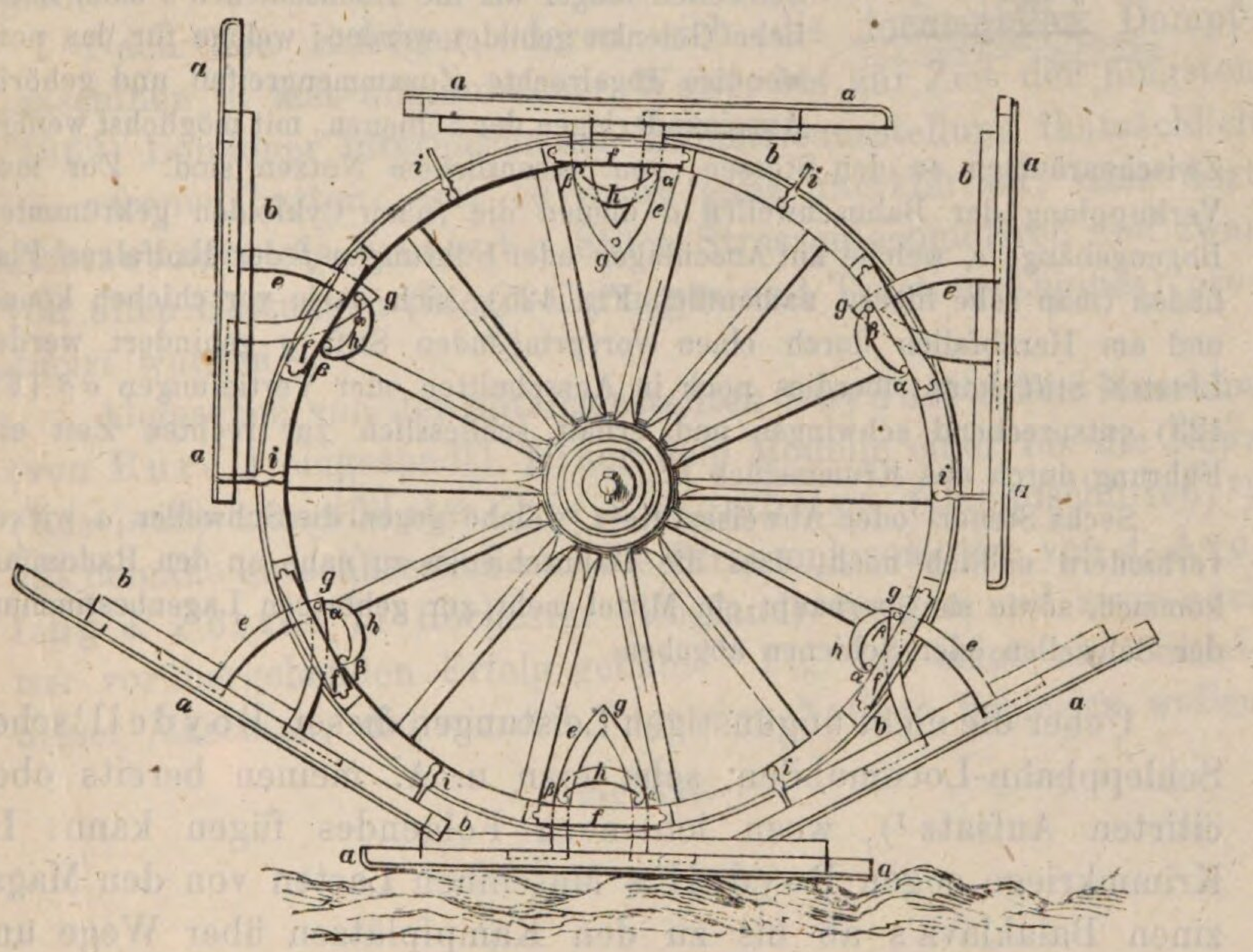


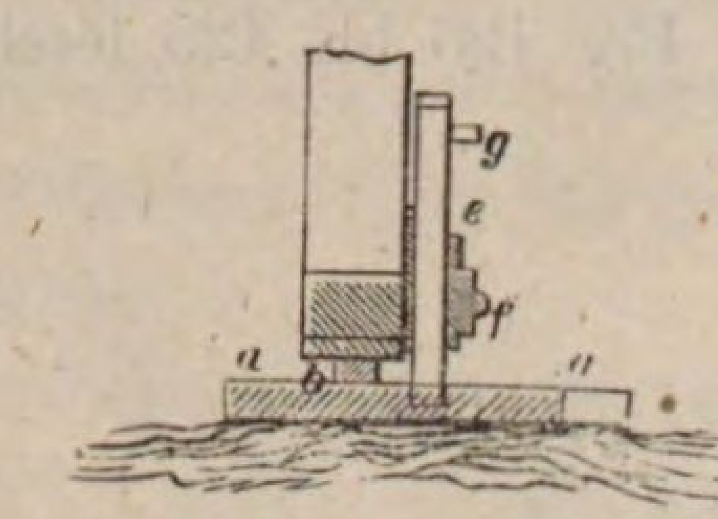
Fig. 124.



so dass man die Triebräder im Verhältnisse von $^{10}/_{96}$ gegen die Krummzapfenwelle langsamer laufen lassen konnte. Für das noch langsamere, fortschreitende Bewegen war ausserdem ein (mit Ausrückmechanismus versehenes) zweites Zahnradvorgelege angeordnet, durch welches die Umdrehungszahl der Krummzapfenwelle um das $^{10}/_{96} \cdot {}^{10}/_{20} = {}^{5}/_{96}$fache vermindert werden konnte.

aa sind sechs (in Fig. 122 nur angedeutet) hölzerne, mit eisernen Kantenschienen und Nägeln armirte Bohlenschwellen, worauf in diagonaler Richtung die Eisenbahnschienen *bb* befestigt sind. Die eigenthümliche Gestaltung der Spitzen oder Zehen *c* der Schwellen *a*, sowie der Hacke oder des Hintertheiles *d*, lässt besonders die Grundrissfigur 124 erkennen, sowie gleichzeitig erhellt, dass, weil die Schwellen länger als die Bahnschienen *b* sind, natürliche Gelenke gebildet werden, welche für das nothwendige regelrechte Zusammengreifen und gehörige Auseinanderlegen der Schienen, mit möglichst wenigen Zwischenräumen an den Stössen, von wesentlichem Nutzen sind. Zur losen Verkupplung der Bahnschwellen *a* dienen die (nach Cykloiden gekrümmten) Bogengehänge *e*, welche auf Anschlägen oder Führungen *f* der Radfelgen Platz finden (man sehe hierzu namentlich Fig. 125), sich darin verschieben können und am Herabfallen durch einen vorspringenden Stift *g* gehindert werden. Letzter Stift kann überdies noch in Ausschnitten oder Vertiefungen $\alpha \beta$ (Fig. 123) entsprechend schwingen und erhält schliesslich zur rechten Zeit eine Führung durch das Krummstück *h*.

Fig. 125.



Sechs Steuer- oder Abweisestifte *i*, welche gegen die Schwellen *a* wirken, verhindern endlich noch, dass die Bahnschienen zu nahe an den Radumfang kommen, sowie sie überhaupt ein Mittel mehr zur gehörigen Lagenbestimmung der Schwellen oder Schienen abgeben.

Ueber die nicht ungünstigen Leistungen dieser Boydell'schen Schleppbahn-Locomobilen sehe man u. A. meinen bereits oben citirten Aufsatz [1]), wozu ich noch Folgendes fügen kann: Im Krimmkriege zogen Boydell's Maschinen Lasten von den Magazinen Balaklava's ab bis zu den Kampfplätzen über Wege und Strecken, die kein anderes Fuhrwerk mehr passiren konnte [2]). Ebenso ist es Thatsache, dass die Maschine in Australien (Sydney), in den Steppen Russlands, in Sandwüstenstrecken Aegyptens, in Ost- und West-Indien [3]) und gewiss an noch anderen Orten mit Erfolg arbeitet, ja, dass selbst bei der Hamburger internationalen Ausstellung (von 1863) die Maschine ihren Ruf als „Helferin in der Noth“ (gegenüber allen sonst vorhandenen Strassen-Dampfwagen) treu bewährte, wie der Verfasser als Augenzeuge versichern kann und dies auch die Angaben anderer Techniker bestätigen [4]).

1) Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1859, S. 19 u. 20.

2) Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers von 1856, p. 98.

3) Charles Burrel's in London Illustr. Catalog bei Gelegenheit der Londoner Industrie-Ausstellung vom Jahre 1862.

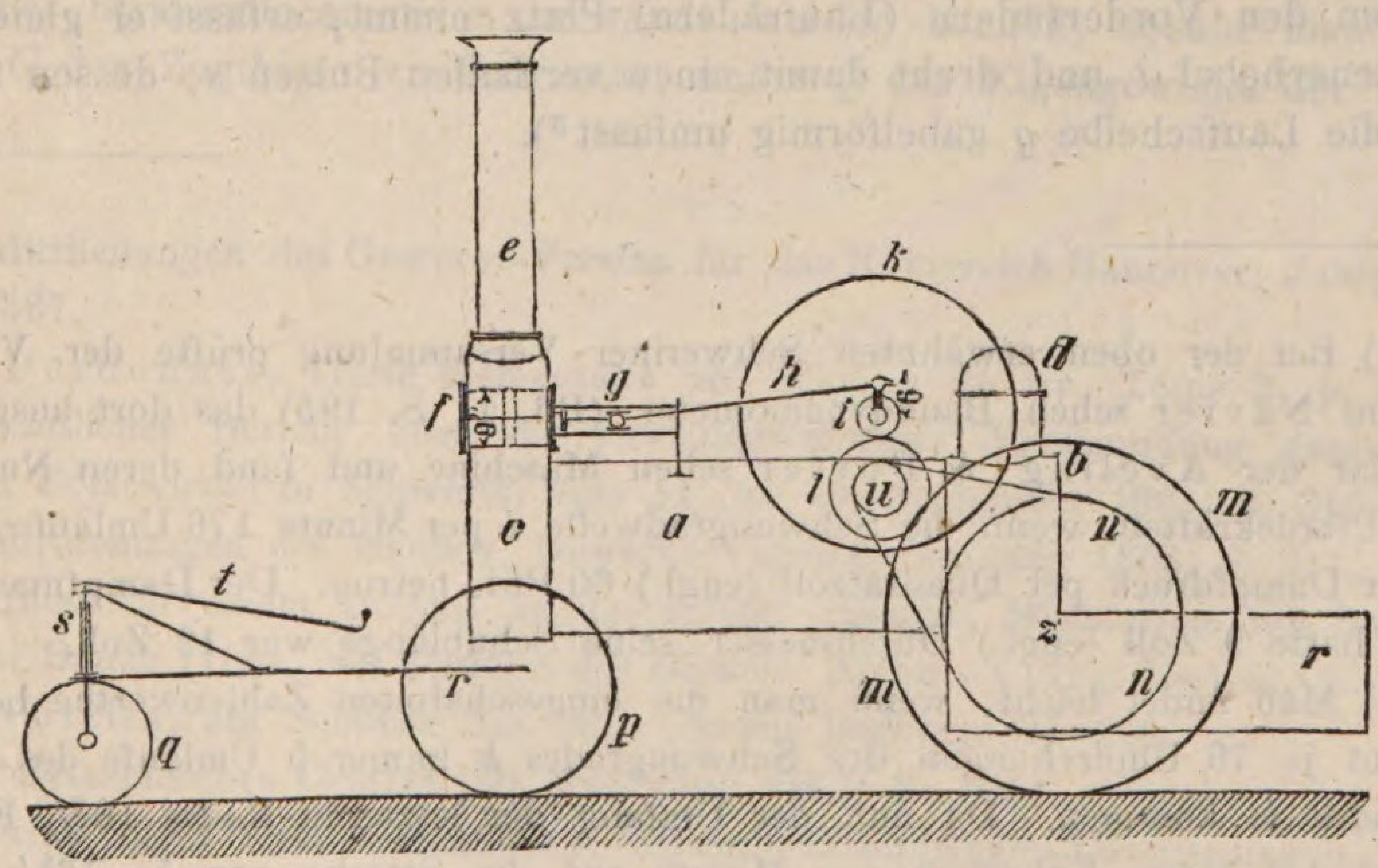
4) E. Perels, Landwirthsch. Maschinen u. Geräthe (Bd. 2, S. 223, Note).

Dass Boydell's Traction-Engine dennoch niemals eine andere Anwendung finden wird als für ganz besondere Ausnahmefälle, bedarf hier gewiss keiner Erörterung, ganz abgesehen davon, dass ihre Construction, mit den vielen beweglichen Theilen, der steten Befürchtung grosser Abnutzung und Zerbrechlichkeit Raum giebt.

Nach den Erfolgen, deren sich die locomobilen Dampfmaschinen in fast unglaublicher Weise, bis zur Zeit der jüngsten (1862) Londoner internationalen Industrieausstellung thatsächlich zu erfreuen hatten, war es nicht ganz unerklärlich, dass dort nicht weniger als vierzehn Stück Strassenlocomotiven und zwar von allen Gattungen (Steam-Carriages und Traction-Engines) producirt wurden [1]).

Abgesehen von der mitausgestellten Boydell'schen Maschine (von Burell eingesandt), ferner dem Modelle einer für die Newa (Russland) ausgeführten Eis-Locomotive (Dampfschlitten) [2]), hat beinahe ausschliesslich nur die Strassenlocomotive von J. Aveling & Porter in Rochester (England) einigen und zwar auch nur vorübergehenden Erfolg gehabt. Fig. 126 zeigt eine Skizze dieser Maschine, die wir mit folgenden Notizen begleiten wollen.

Fig. 126.



1) Amtlicher Bericht über die Industrie- und Kunstausstellung zu London im Jahre 1862, Heft 17, Classe 5, S. 492 ff.

2) Sammann, im citirten amtlichen Bericht über die Londoner Ausstellung von 1862, Classe 5, S. 495.

Kessel *a*, Feuerbox *b* und Rauchkasten *c*, sowie Dampfmaschine *f* mit ihrer Transmission *gh* zur Kurbelwelle *i* bedürfen auch hier keiner besonderen Erklärung, wogegen hervorzuheben ist, dass *z* einen prismatischen Kasten bezeichnet, dessen oberer Theil zur Aufnahme von Brennmaterial dient, während der untere Theil einen Behälter für das Speisewasser bildet[1]).

Die Bewegungsübertragung von der Krummzapfenwelle *i* auf die (64 Zoll englisch im Durchmesser haltenden) Laufräder *m* geschieht hier nicht, wie bei Boydell u. A., ausschliesslich durch verzahnte Räder, sondern unter Einschaltung eines sogenannten Kettenvorgeleges. Hierzu sitzt zuerst auf der Krummzapfenachse ein kleines Zahnrad *i* (12 Zähne), welches in ein grösseres Rad *l* (mit 36 Zähnen) greift. Auf der Achse des letzteren hat man ein sogenanntes Kettenrad *u* (mit 5 Zähnen) befestigt, welches mit Hülfe einer endlosen Kette ein zweites Kettenrad *nn* (mit 24 Zähnen) und damit die Triebräder *m* in Umdrehung setzen kann[2]).

Die Triebräder haben, um noch auf Boden von gewisser Weichheit laufen zu können, eine Felgenbreite von 12¼ Zoll, auch sind die Reifen am äusseren Umfange nicht glatt, sondern mit länglichen prismatischen Erhöhungen von 4 Zoll Breite versehen, womit sich die Räder mehr oder weniger in die Fahrbahn eindrücken und wodurch man das Gleiten dieser Räder zu verhindern bemüht ist. Beim Fahren über sehr weichen oder über sandigen Boden werden an den äusseren Radumfängen noch mehrere über die ganze Felgenbreite wegreichende Platten mit hohen Rücken (die Kanten der letzteren parallel der Radachse) befestigt.

Mit dem Vorderwagen ist ein dreieckiges Rahmenstück (die Dreiecksspitze in *s*) verbunden, an dessen äusserem Ende eine schmale Laufscheibe *q* Platz findet, welche zur Steuerung der Maschine dient. Während der Führer bei *r* zwischen den Vorderrädern (Laufrädern) Platz nimmt, erfasst er gleichzeitig den Steuerhebel *t* und dreht damit einen verticalen Bolzen *s*, dessen unterer Theil die Laufscheibe *q* gabelförmig umfasst[3]).

1) Bei der oben erwähnten Schweriner Versammlung prüfte der Verfasser mit dem Navier'schen Banddynamometer (Bd. 1, S. 195) das dort ausgestellte Exemplar der Aveling- & Porter'schen Maschine und fand deren Nutzarbeit zu 16 Pferdekräften, wenn die Schwungradwelle *i* per Minute 176 Umläufe machte und der Dampfdruck per Quadratzoll (engl.) 60 Pfd. betrug. Der Dampfmaschinenkolben hatte 9 Zoll (engl.) Durchmesser, seine Schublänge war 12 Zoll.

2) Man findet leicht, wenn man die eingeschalteten Zahlenwerthe beachtet, dass auf je 76 Umdrehungen des Schwungrades *k* immer 5 Umläufe des grossen Triebrades *m* kommen. Da nun der Umfang des letzteren Rades 16¾ Fuss ist, so wird das ganze Fuhrwerk per Minute auf die Strecke von $5 \cdot 16\frac{3}{4} \cdot \frac{176}{76}$ Fuss fortgeschafft, vorausgesetzt, dass nicht das geringste Gleiten der Triebräder eintritt.

3) Perspectivische Abbildungen der Aveling'schen Strassen-Locomotiven finden sich u. A. im illustr. Cataloge der Londoner Industrie-Ausstellung vom Jahre 1862, Vol. 1, Classe 9, p. 3 (Catalognummer 2073), ferner in der Böttcher'schen Bearbeitung von Bernoulli's Dampfmaschinenlehre (5. Aufl.) S. 471.

Was die in jüngster Zeit mit Strassenlocomotiven gemachten Erfahrungen betrifft, so weiss der Verfasser, dass sie in England [1]) nirgends eine allgemeinere Verwendung finden konnten, dass man sie in Frankreich [2]) als verfehlte Projecte ansieht und in Deutschland, sowohl nach den Versuchen bei den landwirthschaftlichen Ausstellungen in Schwerin [3]), Hamburg [4]) und Cöln [5]), welchen der Verfasser als Preisrichter beizuwohnen hatte, als den für die Dauer beabsichtigten Verwendungen bei Bromberg [6]) und in der Baierischen Pfalz [7]), genug gelernt hat, um fernerhin sanguinischen Erwartungen nicht mehr Raum zu geben.

Ueberblickt man schliesslich nochmals den Zeitraum von circa 100 Jahren, welcher seit den ersten Bemühungen um Strassenlocomotiven, Seitens Dr. Robison's und Cugnot's, verflossen ist, so findet sich merkwürdiger Weise, dass das Project immer wieder nach dem Auftreten einer neuen Generation [8]) frisch erfasst wurde. Hoffentlich wird die nächste Generation noch klüger als die gegenwärtige sein und die Erfahrungen ihrer Vorfahren in rechter Weise zu benutzen verstehen!

Zusatz. Der Vollständigkeit wegen werde noch bemerkt, dass die §. 9 mit VI. und VII. bezeichneten Gleichungen beziehungsweise für den Zugwiderstand ($= P$) und für die Arbeitsleistung ($= A$) auch zu praktischen Berechnungen bei Strassenlocomotiven verwandt werden können, sobald man das Gewicht G der Zugthiere = Null setzt, unter q das Eigengewicht der Zug-

1) Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für das Königreich Hannover, Jahrgang 1862, S. 367.

2) Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 671.

3) Amtlicher Bericht über die zweiundzwanzigste Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe in Schwerin, vom 11. bis 18. September 1861, S. 310.

4) Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1863, S. 311, ausführlicher noch in einem Bericht an das Königl. Hannov. Ministerium des Innern im zehnten Bande (1864) der Zeitschr. des Hannov. Archit.- u. Ing.-Vereins, S. 237.

5) Wottitz, am Schlusse des oben citirten Berichtes, S. 110.

6) Polytechnisches Centralblatt (Jahrgang 1863) S. 1604.

7) Ueber diese total verunglückte Strassen-Dampfwagen-Unternehmung, die in Wiek's deutscher Gewerbe-Zeitung Jahrgang 1863, S. 393 u. 409 mit grosser Ueberhebung angepriesen wurde, handelt ein ausführlicher Artikel in den Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1865, S. 261.

8) Robison-Cugnot von 1759 bis 1769, Trevithik von 1802 bis 1804, Gordon nebst Dr. Church u. A. von 1832 bis 1836 und endlich Boydell, Aveling, Schwarzkopf u. A. von 1855 bis 1865.

Locomotive und unter Q das Gesammtgewicht der angehangenen Wagen einschliesslich deren Nutzladung, verstanden wird. Es ergiebt sich dann:

$$\text{I.}\quad P = (Q + q)(m + \sin.\alpha);$$

$$\text{II.}\quad Q = \frac{P - q(m + \sin.\alpha)}{m + \sin.\alpha} \quad \text{und}$$

$$\text{III.}\quad A = (Q + q)(m + \sin.\alpha)v$$

als Arbeitsquantum für die Zeit, auf welche sich die Transport-Geschwindigkeit v bezieht[1]).

1) Es dürfte angemessen sein, hier zwei Beispiele aufzuführen.

Beispiel 1. Bei einem Versuche mit einer Aveling'schen Strassen-Locomotive (Civil-Eng. vom 27. Februar 1863, p. 83) war $Q = q = 10$ Tons, also $Q + q = 20$ Tons, $\sin.\alpha = 1/7$; der Beschaffenheit der Fahrstrasse entsprechend, liess sich $m = 1/30$ setzen, so dass sich die Grösse der erforderlichen Zugkraft $= P$ berechnet zu:

$$P = 20\,(1/30 + 1/7) = 3\tfrac{1}{2} \text{ Tons (in runder Zahl)} = 7840 \text{ Pfd.}$$

Da ferner die Geschwindigkeit 2 (engl.) Meilen per Stunde betrug, so erhält man für die Geschwindigkeit per Secunde $\frac{2 \cdot 5280}{3600} = 2,93$ Fuss. Demnach ist die per Secunde geleistete Arbeit:

$$A = 7840 \times 2,33 = 22971 \text{ Fusspfund,}$$

oder in Maschinenpferdekräften $= N$:

$$N = \frac{22971}{550} = 41,7,$$

letzterer Werth stimmt mit den Angaben unserer Quelle recht gut überein.

Beispiel 2. Ing. Moll berichtet (nach Schweiz. Polyt. Zeitschrift, Jahrgang 1858, S. 152) über eine Boydell'sche Maschine mit Schleppbahn Folgendes: Die Dampfmaschine war zweicylindrisch, jeder Kolben hatte 7 Zoll Durchmesser und 12 Zoll Hub. Die Dampfspannung betrug während der Arbeit 50 bis 70 Pfd. Ueberdruck per Quadratzoll. Das Gewicht der Maschine wurde zu 220 Ctnr. angegeben, beim Fortschaffen einer Last von 600 Ctnr. auf der Horizontalen wurden 300 Pfd. Kohlen per preuss. Meile (= 4,68 engl. Meile) verbraucht, die Maschine wurde als eine 20-pferdige bezeichnet.

Aus diesen letzteren Angaben berechnet sich die Zugkraft P für eine Strasse, deren Widerstandscoefficient wiederum $m = 1/30$ ist, nach I. zu:

$$P = \frac{600 + 220}{30} = 27\tfrac{1}{3} \text{ Ctnr.}$$

Durch Einschalten eines Vorgeleges, welches die Fahrgeschwindigkeit auf die Hälfte herabbringt, lässt sich diese Zugkraft verdoppeln, so dass man für P erhält: $54\tfrac{2}{3}$ Ctnr.

Demnach ergiebt sich aus II. für die fortzuschaffende Last:

$$Q = \frac{27\tfrac{1}{3} - q(m + \sin.\alpha}{m + \sin.\alpha}$$

ohne Anwendung eines Vorgeleges;

$$Q = \frac{54\tfrac{2}{3} - q(m + \sin.\alpha)}{m + \sin.\alpha}$$

bei Verwendung des gedachten Vorgeleges.

§. 11.

Weg- oder Strassen-Walzen [1]).

Geschichte und Gegenwart.

Bereits im zweiten Bande und zwar in der Abtheilung „Landwirthschaftliche Maschinen“, wurde hervorgehoben, dass die

Für eine Landstrasse, welche um $1/_{20}$ ansteigt und für welche m wieder $= 1/_{30}$ ist, findet man daher:

$$Q = \frac{82 . 200 - 220 . 50}{50} = 108 \text{ Ctnr.}$$

ohne Vorgelege, sowie

$$Q = \frac{164 . 200 - 220 . 50}{50} = 436 \text{ Ctnr.}$$

mit dem Vorgelege.

Für die Steigung, bei welcher die Maschine nicht mehr im Stande ist eine Nutzlast fortzuschaffen, erhält man aus der Gleichung: $27\,1/_3 = 220\,(1/_{30} + \sin.\alpha)$, ohne Verwendung eines Vorgeleges, $\sin.\alpha = 1/_{11}$.

Für die Horizontale ergiebt sich endlich als Zuglast:

$$Q = \frac{27\,1/_3 - {}^{220}/_{30}}{30} = 600 \text{ Ctnr.}$$

ohne Vorgelege und

$$Q = \frac{54\,2/_3 - {}^{220}/_{30}}{30} = 1420 \text{ Ctnr.}$$

bei Benutzung des Vorgeleges.

1) Literatur über Strassen-Walzen: Morandière, Compression des empierrements neufs, en moyen d'un cylindre, Annales des ponts et chaussées 1837, 2. Semestre, p. 368. Nach Wissen des Verfassers die erste ausführliche Beschreibung in Anwendung befindlicher hohler gusseiserner Strassenwalzen, mit Angaben über Kosten- und Leistungsverhältnisse. — Coulaine und Polonceau ebendaselbst, beziehungsweise p. 382 u. 384 über hölzerne Strassenwalzen, wobei die von Polonceau einen (unzweckmässigen) concaven Mantel hat. — Mundy, Ueber eine verbesserte Walze für den Strassenbau. Aus dem Civil Engineer and Architects Journal (Mai 1838) durch Dingler's polyt. Journ. Bd. 69 (1838), S. 12. Das Eigenthümliche dieser Walze besteht darin, dass sie aus sieben getrennten, aber gleich grossen gusseisernen Ringen besteht, die lose neben einander auf dieselbe Welle gesteckt sind. — Schäffer (Preuss. Bauconducteur), Bemerkungen über die Erfordernisse einer guten Chausseewalze, mit einer Tafel Abbildungen. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen, Jahrgang 1840, S. 105. Die erste deutsche Arbeit, welche zugleich die Bedingungen zur vortheilhaften Einrichtung einer eisernen Chausseewalze namhaft macht. — Schattemann, Ueber den Gebrauch der Chausseewalze, aus dem Technologist durch das polyt. Centralblatt 1843, S. 201 und weiter in Dingler's polyt. Journ. Bd. 88, S. 117. Der Verfasser dieses mit Abbildungen begleiteten Aufsatzes empfiehlt, Belastungskästen über der Walze anzubringen, sowie ausserdem Radfelgen

Walze für die Bodenbearbeitung zu Agriculturzwecken als ein höchst nützliches Werkzeug seit langer Zeit bekannt sei, hier

(Laufräder) am Gestell (vorn und hinten) anzuordnen, um den an der Deichsel angespannten Zugthieren beim Bergauf- und Bergabfahren entsprechende Erleichterung zu verschaffen. — Bouillant, Neue Strassenwalze. Nach dem Bulletin d'encouragement (Jan. 1849) durch Dingler's polyt. Journ. Bd. 113 (1849), S. 5. Auch (als selbstständige Arbeit) in der Zeitschrift des Arch.- und Ing.-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. 1 (1855), S. 339. Der eigenthümliche Walzkörper ist hier zwischen dem Gestelle eines vierrädrigen Wagens placirt, der beim Transport der Walze zur Arbeitsstelle das ganze Gewicht der Walze trägt, dann aber auch als Belastung der Walze dient, wenn sie in Thätigkeit gesetzt wird. Das hierbei erforderliche Heben und Senken der Walze erfolgt unter Mitwirkung von Kurbel, Getriebe und Zahnstangen. — Houyan, Verbesserte Chausseewalze. Nach dem Pract. Mech. Journ. (1849, July) durch das polyt. Centralbl., Jahrg. 1849, S. 1444 und (mit Abbildungen begleitet) in Lixaute's „Guide de Constructeur", Paris 1850, p. 34, Pl. 3. Eine complicirte Anordnung aus zwei schmiedeisernen Ringen mit Klinkzeug bestehend, um beim Vorhandensein nur einer Deichsel beim Rückwärtsfahren das Umkehren von Gestell und Cylinder zu vermeiden. — Oberschlesische Chausseewalzen, Förster's Bauzeitung Jahrgang 1854, S. 10. Nach Wissen des Verfassers die erste mit Wasserfüllung. — Bömches, Ueber Strassenwalzen, Förster's Bauzeitung 1857, S. 209, Pl. 125. Specielle mit einer ganzen Tafel Abbildungen begleitete Beschreibung preussischer und französischer Walzen, unter letzteren auch die von Bouillant und Houyan. — Hartwig, Ueber Chausseewalzen, Romberg's Bauzeitung, Jahrgang 1857, S. 24. Ein lesenswerther mit Abbildungen begleiteter Aufsatz. — Nell, Beschreibung einer Chausseewalze. Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1859 (Bd. 9), S. 131, durch eingedruckte Holzschnitte erläutert. Eine Walze mit Wasserfüllung. — Treuding, Ueber Chausseewalzen, Zeitschrift des Arch.- und Ing.-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. 7 (1861), S. 85, Pl. 191. Eine bemerkenswerthe Arbeit, welche zugleich die Geschichte der Chausseewalze bis zum Jahre 1859 recht übersichtlich behandelt und dabei gute Abbildungen liefert. — Söhlke, Ueber Strassenwalzen, Zeitschrift des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins, Bd. 8 (1862), S. 340. Ueber gusseiserne, neuerdings im Königreich Hannover ausgeführte Strassenwalzen, wobei Mantel, Armscheiben und Achsmuffe ein einziges Gussstück bilden und die Walze zur Wasserfüllung eingerichtet ist. Beigefügt ist eine ganze Tafel (in $1/_{32}$ wahrer Grösse) ausgeführter Zeichnungen. — Ueber Dampf-Chausseewalzen, Bulletin de la société d'encouragement etc., Nov. 1865, p. 696. Hier werden zwei in Frankreich zur Anwendung gelangte Chausseewalzen beschrieben und besprochen (auch durch Abbildungen erläutert), welche auch in Deutschland Nachahmung gefunden haben. Das eine System von Lemoine mit einer einzigen (grossen) Walze, das andere System von Ballaison mit zwei Walzen. Auf den betreffenden Gestellen hat man Betriebs-Dampfmaschinen nebst zugehörigem Kessel placirt. — Dr. Hamm, Agronomische Zeitung Nr. 21, (21. Mai) 1866, S. 329: Ueber Wegwalzen für Communications- und Wirthschaftswege; kleinere Walzen für Landgemeinden, grosse Grundbesitzer, aus der Eisengiesserei und Maschinenfabrik Gröditz.

werde als am passenden Orte hinzugefügt, dass sich die Walze ebenfalls für Strassen- (Weg-) Bauzwecke äusserst vortheilhaft herausgestellt hat und auch in diesem Gebiete, von rationellen Technikern, bereits als vollständig unentbehrlich bezeichnet wird.

Zweck einer jeden Weg- oder Strassen-Walze ist Beförderung der Lagerung, die Verdichtung und Befestigung des künstlichen Wegkörpers, sowie Einebnung desselben (im Allgemeinen), unter der Voraussetzung, dass Steinschlag das Baumaterial bildet.

In neuester Zeit hat man jedoch auch die Walzung des Steinpflasters als zweckmässig befunden [1]).

Die erste Anregung zur Construction und Verwendung schwerer und zwar hohler gusseiserner Walzen für Wegbauzwecke gab bereits 1787 de Cessart, General-Inspector des französischen Wegbaues, in einer Ansprache an die Assemblée des ponts et chaussées [2]), wobei derselbe hervorhob, dass schon ein gusseiserner hohler Cylinder mit keilförmigen Querschnitten genügte, welcher 36 (franz.) Zoll Durchmesser, 8 Fuss Länge und 2 Zoll Wandstärke besitze, einschliesslich Gestell und Armaturen 7000 Pfd. wiege, circa 5500 Franken koste und von 6 Pferden gezogen werden könne.

Merkwürdiger Weise scheint man (nach Wissen des Verfassers) die Vortheile des Walzens der Wege und Steinschlag-Chausseen erst am Anfange der dreissiger Jahre erkannt zu haben, indem alle Nachrichten über die allgemeinere Verwendung der Walzen, sowohl in Frankreich, als England und Deutschland, erst aus dieser Zeit datiren.

Wie bereits aus den Literaturangaben voriger Seite erhellt, wählte man anfänglich (von de Cessart abweichend) zum Materiale der Walze, statt des Gusseisens, mehrfach auch Holz und Stein. Dabei waren die hölzernen in der Regel mit eisernen Schienen oder Reifen belegte sogenannte Blockwalzen, die steinernen vorzugsweise Granitwalzen [3]). Abgesehen davon, dass diese Holz- und Steinwalzen gar nicht oder nur umständlich das Anbringen von Beschwerungsmaterial ohne Belastung des Zapfens gestatteten, wurden sie leicht unrund, besassen keine ausreichende

1) Söhlke, Ueber Walzung der Steinpflaster. Zeitschrift des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins Bd. 5 (1859), S. 53.

2) Annales des ponts et chaussées 1844, 1. Semestre (2), p. 134.

3) In Hannover besonders die Findlinge der Lüneburger Haide.

Festigkeit, veranlassten häufige Reparaturen und kosteten nicht viel weniger wie hohle, eiserne Cylinderwalzen.

Fast alle Anordnungen, welche man getroffen hat, um den Transport der Walzen von und zur Arbeitsstelle durch besondere Räder zu erleichtern, das Umkehren beim Wechsel der Fahrrichtung durch Herumdrehen der Deichsel zu vereinfachen, auf fallenden und ansteigenden Wegen den Deichsel-Pferden durch Radstelzen vor und hinter der Walze das Ziehen zu erleichtern u. s. w., haben sich entweder für nachtheilig, zu complicirt oder als überflüssig herausgestellt, weshalb auch auf diese Anordnungen hier nicht eingegangen werden soll, vielmehr hinsichtlich derselben auf die vorstehende (möglichst vollständige) Literatur verwiesen werden muss [1]).

Nach Ansicht des Verfassers sind allein die einfachen gusseisernen Walzen mit innerer und äusserer Belastung empfehlenswerth, wie man sie u. A. mit Erfolg beim Hannoverschen Wegbau verwendet [2]).

Eine noch neuere Hannoversche (namentlich in der Landdrostei Hildesheim benutzte) Chausseewalze, mit ganz eisernem Gestelle zeigen nachstehende Abbildungen Fig. 127 (Aufriss) und Fig. 128 (Grundriss) in $^1/_{36}$ wahrer Grösse.

Die hohle gusseiserne Walze *aa* hat 6 Fuss Durchmesser und 3 Fuss 8 Zoll Breite, von welcher jedoch wegen Abrundung der Ecken nur 3 Fuss 6 Zoll als wirksam zu bezeichnen sind. Die Mantelwände haben überall die gleiche Stärke von 3 Zoll.

Die ebenen End- oder Bodenflächen der Walze sind eingesetzt und durch Schrauben *f* an Flantschen *f'* gehörig befestigt. Ein Mannloch *d* gestattet das erforderliche Einsteigen in die Walze, während eine Oeffnung *e*, nahe dem Mantel der Walze, zum Füllen und Leeren dient, wobei vorzugsweise Wasser als Belastungsgewicht verwandt wird.

Achse und Zapfen *b* der Walze sind von Schmiedeisen und haben letztere $2^1/_2$ bis 3 Zoll Durchmesser. Die beiden ebenfalls schmiedeisernen Langbäume *cc* des Gestellrahmens sind aus I-Eisen gebildet und durch eiserne Querriegel c^2 und c^3 unter einander gehörig verbunden.

1) Becker in seinem Werke: Der Strassen- und Eisenbahnbau, Stuttgart 1855, erwähnt S. 73, dass Chausseewalzen mit vor und hinter der Walze angebrachten Radstelzen, namentlich im Grossherzogthum Baden in Anwendung sind. Auf der beigegebenen Tafel 7 befindet sich (Fig. 12) die Abbildung einer solchen Walze.

2) Zeitschrift des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins Bd. 8 (1862), S. 340. Die Chausseewalzen überhaupt wurden in Hannover 1837 vom Wegbaurath Bokelberg eingeführt.

Die Construction der schmiedeisernen Belastungskasten *gg* erhellt ohne Weiteres aus den Abbildungen und dürfte deshalb kaum erforderlich sein, noch auf deren Bodenversteifungsschienen *ii*, sowie auf die beim Füllen zu öffnenden Klappen *hh* besonders aufmerksam zu machen.

Fig. 127.

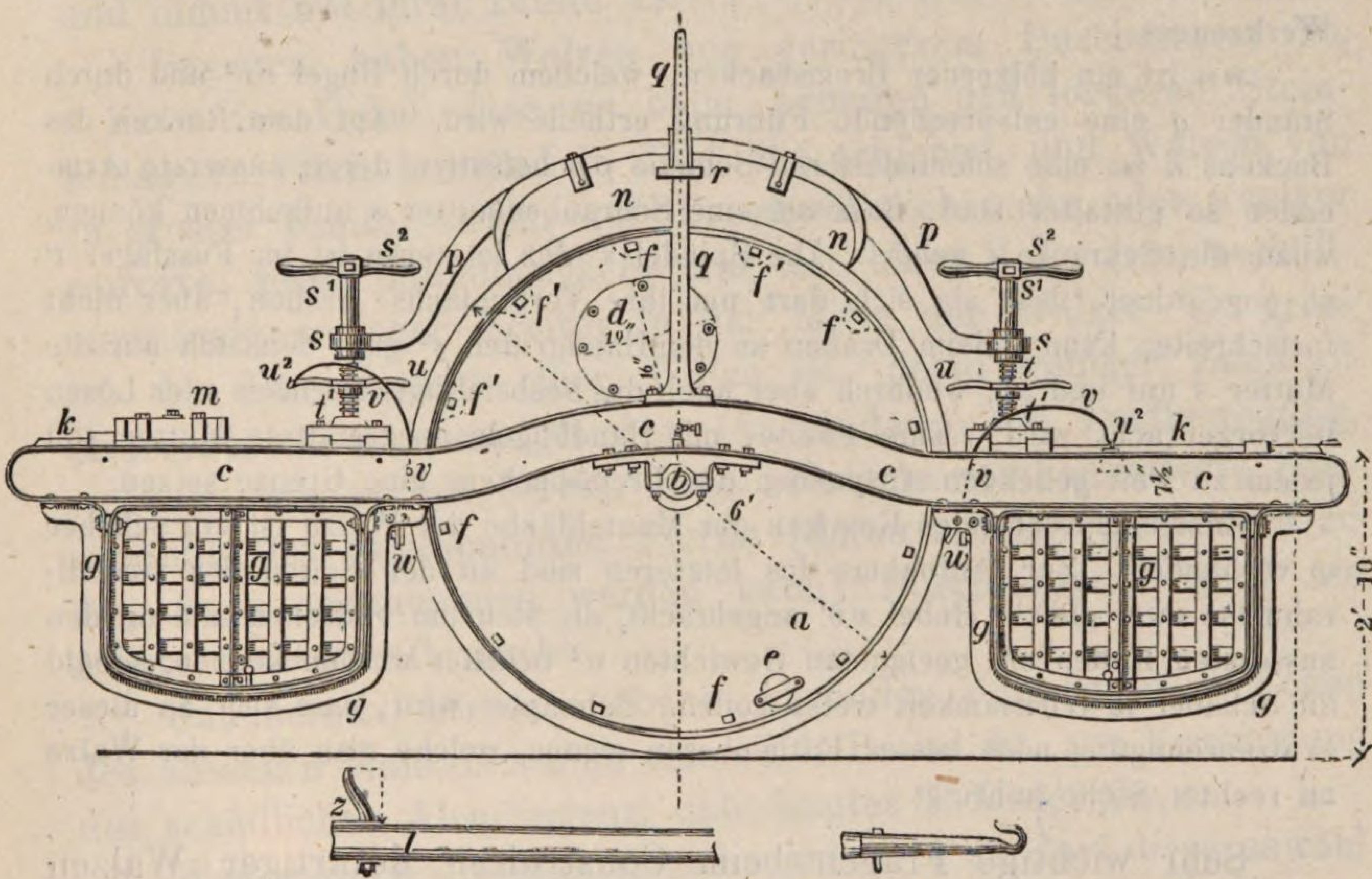
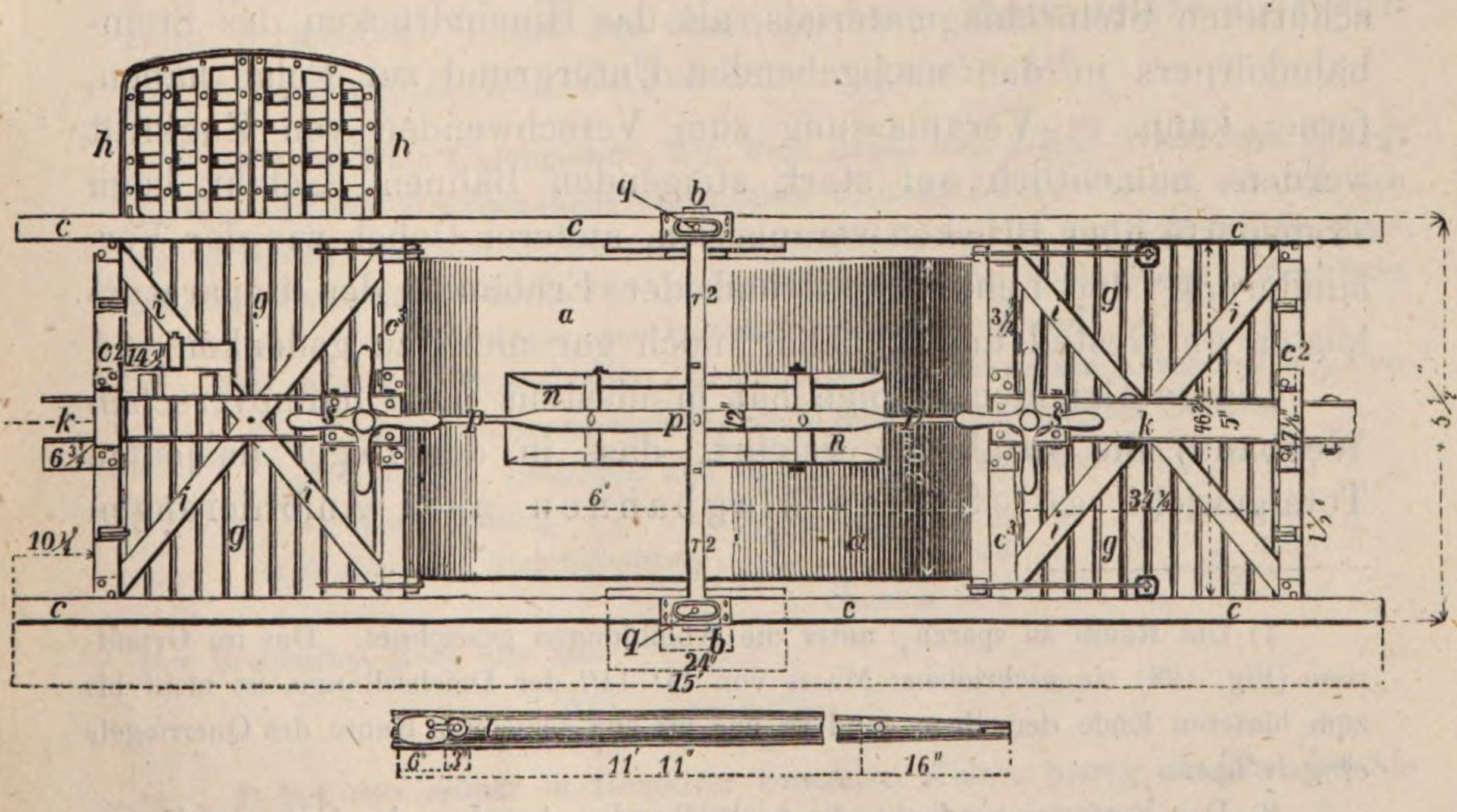


Fig. 128.



Zur Vermeidung des Umkehrens beim Vor- und Rückwärtsbewegen der Walze lassen sich in Hülsen *kk* entweder gleichzeitig zwei Deichseln[1]) *l* zum Anspannen der Pferde anbringen, oder eine einzige vorhandene Deichsel lässt sich ohne Weiteres vorn oder hinten einlegen und befestigen. Zum Anbringen eines Schleppschwengels dient ein etwas gebogener Bolzen *z* (Fig. 127). An dem einen Gestellende befindet sich ein Kasten *m* zur Aufnahme etwa erforderlichen Werkzeuges.

nn ist ein hölzerner Bremsbacken, welchem durch Bügel rr^2 und durch Ständer *q* eine entsprechende Führung ertheilt wird. Auf dem Rücken des Backens *n* ist eine schmiedeiserne Schiene *pp* befestigt, deren äusserste Armenden so gestaltet sind, dass sie eine Schraubenmutter *s* aufnehmen können, wozu die Schraube *t* gehört. Die Spindel *s'* der letzteren ist im Fusslager *t'* so angeordnet, dass sie sich dort um ihre Verticalachse drehen, aber nicht fortschreiten kann. Beim Drehen an den Handgriffen s^2 geht demnach nur die Mutter *s* auf und ab, wodurch aber auch das beabsichtigte Bremsen oder Lösen hervorgebracht wird. Eine zweite, mit Handbügeln ausgestattete Mutter soll jedem zu weit gehenden Anspannen des Bremsbackens eine Grenze setzen.

Zum entsprechenden Reinigen der Mantelfläche der Walze ist ein Schaber *w* vorhanden. Zur Aufnahme des letzteren sind an den Seiten des Gestellrahmens zwei gleiche Hebel *vv'* angebracht, die sich um *v'* drehen und an den äussersten Enden mit geeigneten Gewichten u^2 belastet werden können, sobald die Schaber in Wirksamkeit treten sollen. Behauptet wird, dass sich zu dieser Walzenreinigung noch besser Ruthenbesen eignen, welche man über der Walze an rechter Stelle anbringt.

Sehr wichtige Fragen beim Construiren derartiger Walzen sind die nach Gewicht und Dimensionen derselben.

Zu grosses Gewicht kann sowohl das Zerdrücken des aufgeschütteten Steinschlagmaterials, als das Hineindrücken des Steinbahnkörpers in den nachgebenden Untergrund zur Folge haben, ferner kann es Veranlassung zum Verschwenden von Zugkraft werden, namentlich auf stark steigenden Bahnen, Gefahr beim Transporte über Brücken veranlassen, anderer Uebel, wie der Verminderung der Lenkbarkeit und der Erhöhung der Reparaturkosten an Gestell und Zubehör, noch gar nicht zu gedenken.

Diesen Gründen zufolge hat mindestens beim hannoverschen Wegbau[2]) die Erfahrung gelehrt, dass in der Regel dasjenige Totalgewicht auf Steinschlagbahnen allen Anforderungen

1) Um Raum zu sparen, unter die Abbildungen gezeichnet. Das im Grundrisse (Fig. 128) eingeschriebene Maass von 11' 11'' der Deichsellänge, ist nicht bis zum hinteren Ende derselben, sondern nur bis zur äussersten Kante des Querriegels c^3 gerechnet.

2) Der Verfasser verdankt die nachstehenden Angaben der Güte der Herren Wegbaurath Bokelberg und Wegbauinspector Voigts in Hannover.

am meisten entspricht, welches auf jeden Breitenfuss des Walzmantels im Minimum 20 bis 30 Ctnr., im Maximum 40 bis 50 Ctnr. beträgt [1]).

Was die Dimensionen der Walze anlangt, so wächst (nach S. 91) die Gefahr des Umwerfens mit dem Durchmesser derselben und nimmt mit ihrer Breite ab.

Dagegen haben Walzen von geringerem Durchmesser als 6 Fuss das Uebel, dass sie beim Arbeiten den lockeren Steinschlag vor sich her und in die Höhe schieben, und Walzen von zu grosser Breite wirken auf die gewöhnlich mehr oder weniger convexe, feste Bahnoberfläche nur mit einer Zone (von verhältnissmässig geringer Breite) in der Mitte der Walze. Je grösser der Durchmesser einer Walze ist, desto weniger Zugkraft erfordert, unter sonst gleichen Umständen, ihre Fortbewegung, wogegen wieder die bereits oben erörterte vortheilhafteste Zugrichtung der angespannten Pferde (deren mittlere Brusthöhe zu $3\frac{1}{2}$ Fuss angenommen werden kann) Durchmesser von 7 bis 8 Fuss unstatthaft macht.

Das bereits hervorgehobene Abrunden der äusseren Ecken des äusseren Mantels auf je einen Zoll Breite ist, zur Vermeidung des schädlichen Abspringens, unbedingtes Erforderniss.

Was endlich die Mantelstärke anlangt, so darf diese sowohl wegen des sicheren, tadellosen Gusses, als auch deshalb nicht zu gering sein, weil sich die Mantelfläche beim Gebrauche fortwährend vermindert [2]) und bei einer gewissen Minimaldicke die Walze leicht dem plötzlichen Zerbrechen ausgesetzt ist.

1) Bei 6 Fuss Durchmesser, $3\frac{1}{2}$ Fuss Breite und 3 Zoll Wanddicke beträgt das Gewicht des Walzenmantels allein schon über 55 Ctnr., welches sich mit den beiden Böden, eisernem Gestell und allem Zubehör bei der Fig. 127 u. 128 abgebildeten Walze auf mehr als 100 Ctnr. erhöht, wobei die hohle Walze leer gedacht ist und auch die Belastungskasten ungefüllt vorausgesetzt sind.

Die oben S. 146 erwähnten Osnabrücker Chausseewalzen haben bei $3\frac{1}{2}$ Fuss Breite, $6\frac{1}{4}$ Fuss Durchmesser und 3 Zoll Mantelstärke folgendes Gewicht:

a) Gusseisen, Stabeisen und Holz	116	Ctnr.	$6\frac{1}{2}$	Pfd.
b) Wasserfüllung	40	„	—	„
c) Aeussere Steinbelastung	48	„	—	„
Summa	204	Ctnr.	$6\frac{1}{2}$	Pfd.

Per Breitenfuss giebt dies also

$$\frac{204}{6\frac{1}{2}} = 32{,}6 \text{ Ctnr.}$$

2) Bei den seither in Hannover benutzten Walzen betrug die jährliche Abnutzung der Manteldicke etwa eine Linie.

Aus allen diesen Umständen und Erfahrungen ist endlich das in Hannover bewahrte Maass für die Walze hervorgegangen:

6½ Fuss	= 1,90	Meter	Durchmesser,
3⅔ „	= 1,07	„	Breite,
3 Zoll	= 0,073	„	Manteldicke.

Die Anschaffungskosten einer solchen Walze betragen mit Eisengestell circa 700 Thaler[1]).

Die erforderliche Zugkraft beim Beginn der Arbeit, ist die von 6 bis 8 starken Pferden, je nach der Beschaffenheit des Steinschlages und je nach den Terrainverhältnissen. Die wirksamste Transportgeschwindigkeit beträgt in der Regel 2½ bis 3 Fuss per Secunde.

Die Grösse der erforderlichen Zugkraft der gegenwärtigen Chausseewalze an sich, die oftmals sehr bedeutenden zufälligen (durch Terrain und Material gebotenen) Anstrengungen und die damit zusammenhängende verhältnissmässig rasche Abnutzung der verwandten Pferde, ferner der Umstand, dass die Nutzarbeit per Kopf, unter sonst gleichen Umständen, mit der Zahl der angespannten Zugthiere abnimmt, und endlich die Rücksicht einer vernünftigen Verwaltung, die verhältnissmässig hohen Kosten des Gebrauchs gewöhnlicher Strassenwalzen durch die zweckmässigsten Mittel zu vermindern, erzeugten in jüngster Zeit auch den Gedanken, diese Walzen mit locomobilen Dampfmaschinen in geeignete Verbindung zu bringen.

Hierbei lehrten sorgfältige Erörterungen der Umstände jedoch bald, dass die vorher besprochenen Strassenlocomotiven sowohl in der Anschaffung, als in der Unterhaltung zu theuer sind und dass vor Allem ihr Gewicht dem Walzprocesse sehr wenig oder gar nicht zu gute kommt, vielmehr solches fast als nutzloser Ballast betrachtet werden muss.

Man kam hiernach fast selbstverständlich auf die Idee, die Dampfzugmaschine (Traction-Engine) für gewöhnliche Strassen mit der Chausseewalze derartig zu verbinden, dass das Gewicht der Dampfmaschine und ihres Kessels als Nutzlast für den Walzprocess mit benutzt wurde.

1) Die vorher besprochene Osnabrücker Walze, wobei Mantel, Bodenscheiben und Achsmuffe ein Gussstück bilden, das Gestell aber sowie die Belastungskästen aus Holz hergestellt sind, kostet in runder Summa 469 Thlr. (Zeitschr. des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins 1862, S. 342, mit Abbildung auf Blatt 244).

Die ersten günstigen Erfolge mit derartigen Dampf-Chausseewalzen erreichte man in Paris [1]), wo noch ganz besondere Umstände die Verwendung derselben wünschenswerth machten [2]).

Seit 1861 wurden insbesondere Versuche mit zwei Maschinen angestellt, wovon die eine von Lemoine, die andere von Ballaison in Paris construirt war [3]). Lemoine's Maschine besteht aus einer einzigen Walze, die in einem eisernen Gestelle läuft, woran Kessel und Dampfmaschine placirt sind, während man an beiden Enden des Gestelles sehr kleine Cylinder zum Steuern der Maschine angebracht hat. Die Bewegungsübertragung von der Dampfmaschine auf die grosse Chausseewalze geschieht ausschliesslich durch Zahnräder, woran das grosse, an der Walze selbst befindliche, mit dieser fast gleichen Durchmesser hat. Letztere Constructionsanordnung führte naturgemäss allerlei Uebel mit sich, während das auf einer einzigen Walze ruhende Gewicht (240 Centner) zu viel Steinschlag zerbrach und untauglich machte. Ballaison's Maschine besteht aus zwei gleich grossen Walzen, jede von 1,5 Meter Durchmesser und 1,4 Meter Breite, deren Achsenentfernung von 3 bis 4 Meter verändert werden kann.

Ueber der vorderen Walze ist der horizontale Röhrenkessel nebst Schornstein (ähnlich der Locomobilen-Disposition Bd. 2, Fig. 406) placirt, während zwei oscillirende Dampfcylinder zwischen den beiden Walzen angebracht sind und die Bewegungsübertragung von der Dampfmaschinenkurbelwelle durch zwei Vorgelege, ein Zahnrad und ein Kettenvorgelege erfolgt. Beide Dampfmaschinen entwickeln zusammen eine Arbeit von 10 Pferden und das Totalgewicht der ganzen Maschine beträgt 13200 Kilogr. oder 264 Zoll-Centner.

1) Bulletin d'encouragement 1865, p. 696: „Sur le cylindrage à vapeur des chaussées empierrées."

2) In unserer soeben citirten Quelle heisst es u. A.: „Der grosse Verkehr auf den Hauptstrassen von Paris gestattet nicht, das Material zur Strassenbesserung nach und nach mit der erforderlichen Sorgfalt aufzutragen. Die Arbeiter setzen inmitten der Circulation der Pferde und Geschirre ihr Leben aufs Spiel und können nicht rasch genug die Steine in die auszufüllenden Gleise, ohne eine angemessene Vorbereitung, bringen. Sobald aber auch letzteres geschehen ist, werden sie immer wieder mehr oder weniger auf der Strasse herumgestreut. Hierdurch liegen aber eine Menge einzelne Steine herum, welche unter den Füssen der rasch laufenden Pferde gefährlich werden und gar nichts zur Unterhaltung beitragen."

3) Unsere Quelle enthält eine schöne Abbildung der Ballaison'schen Maschine. Aus dieser entlehnt auch im Polyt. Centralbl., Jahrgang 1866, S. 435.

Die Achse einer jeden Walze lässt sich so weit in horizontaler Ebene verdrehen, dass man das ganze Fahrzeug leicht steuern, um Ecken transportiren und Hindernissen der Bewegung entsprechend ausweichen kann.

Während man die Leistungen der Ballaison'schen Maschine, welche der Verfasser im Monat Februar 1865 auf der Rue Rivoli in Paris lange Zeit arbeiten sah, als ganz zufriedenstellend bezeichnet, kann derselbe als Augenzeuge zugleich versichern, dass ein Scheuwerden der Zugthiere der dieselbe Strasse passirenden Fuhrwerke oder von Reitpferden, sowie andere den Verkehr störende Uebel, nicht bemerkt wurden, wobei man freilich beachten muss, dass der an sich geräuschvolle Verkehr der Stadt Paris für Thiere und Menschen eine hier vortheilhaft auftretende Gewohnheit mit sich bringt.

Nach Wissen des Verfassers ist man zuerst in Hannover bemüht gewesen, die günstigen Pariser Erfahrungen mit Dampf-Chausseewalzen für Deutschland nutzbar zu machen. Nach sorgfältigen Erörterungen der ganzen Sache, Seitens der Königlichen Wegbau-Verwaltung, gelangte man hier zu einer Construction, welche in Fig. 129 im Längendurchschnitte und Fig. 130 im Grundrisse (in $^1/_{50}$ wahrer Grösse) dargestellt und gegenwärtig in Ausführung begriffen ist[1]).

Vorerst wird erkannt, dass man, wie bei Ballaison, zwei gusseiserne hohle Walzen, jedoch jede von $5^1/_2$ Fuss oder 1,6 Meter Durchmesser und von 4,1 Fuss oder 1,2 Meter Breite, angeordnet hat, während ein stehender Kessel mit den daran befestigten Dampfmaschinen zwischen beiden Walzen A und B auf dem Gesammtgestell D befestigt ist.

Die Anordnung des Dampfkessels acb (Rost a, Heizröhren b, Wasserraum c, Dampfraum d, Rauchkasten e, Schornstein f) erklärt sich aus der Zeichnung von selbst, sowie in gleicher Weise die Disposition der beiden in verticaler Richtung am Kessel befestigten Dampfcylinder g. Jede Dampfmaschine trägt übrigens durch ihre Lenkstange h auf die Krummzapfenwelle l eine Arbeit von fünf Maschinenpferden über. Auf der Welle l sind zwei Zahngetriebe i befestigt, welche in die grossen Stirnräder k fassen, die man zu beiden Seiten auf einer kurzen Welle zwischen Dampfkessel und Maschinengestell befestigt hat. Mit dem einen Stirnrade k sitzen auf derselben Welle noch die activen Kettenzahnräder mm, deren correspondirende auf den verlängerten Walzachsen befestigten passiven Zahnscheiben mit nn bezeichnet wurden. Endlich sind pp die beiden Betriebsgliederketten.

1) Der Entwurf ist von dem Königl. Wegbauinspector Voigts in Hannover ausgegangen, während die Ausführung von der Egestorff'schen Maschinenfabrik besorgt wird.

Durch diese Transmissionsanordnung veranlasst die Dampfmaschine eine fortschreitende Bewegung des ganzen Baues mit einer Geschwindigkeit von $1^3/_4$ bis 2 Fuss per Secunde.

Fig. 129.

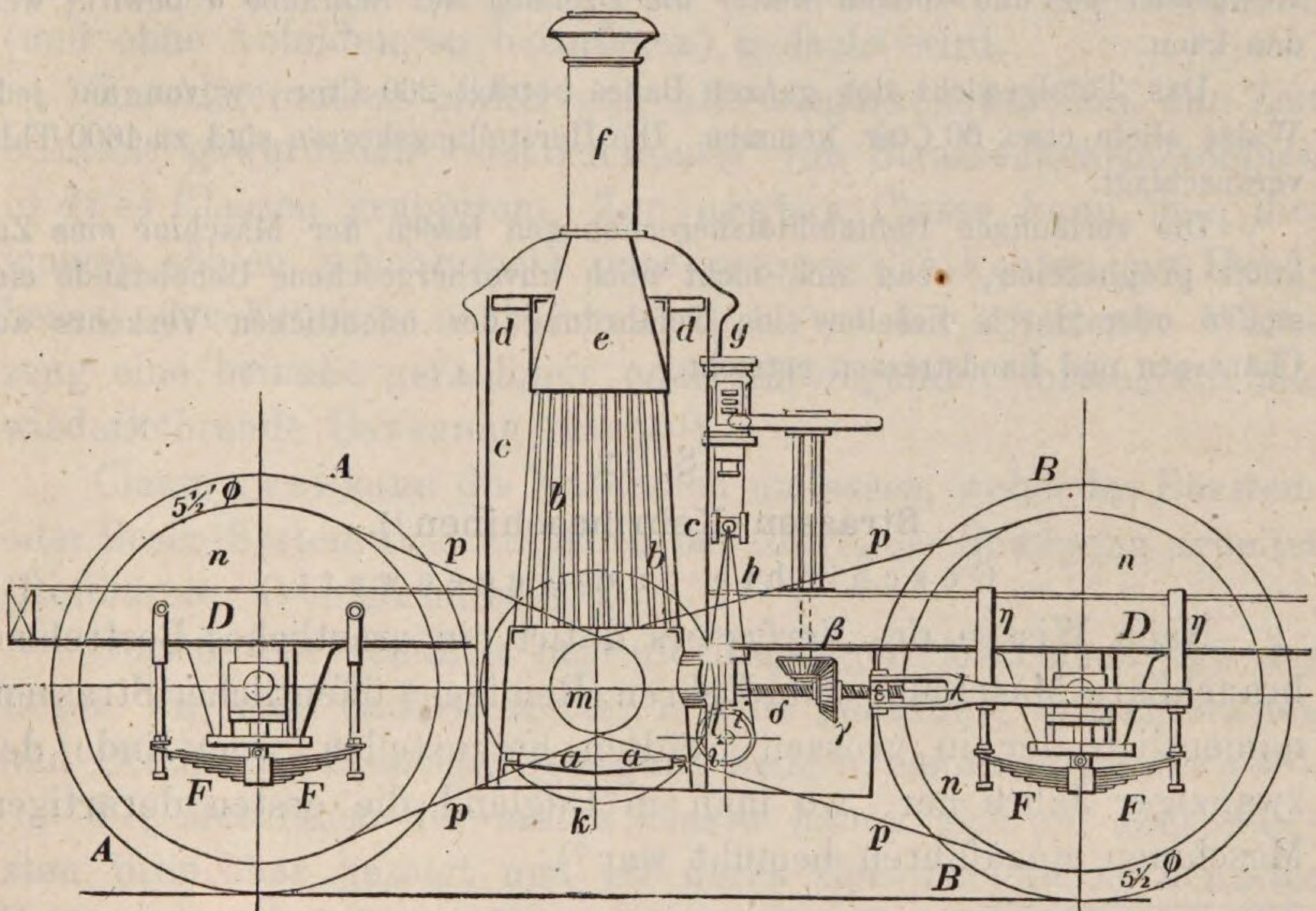
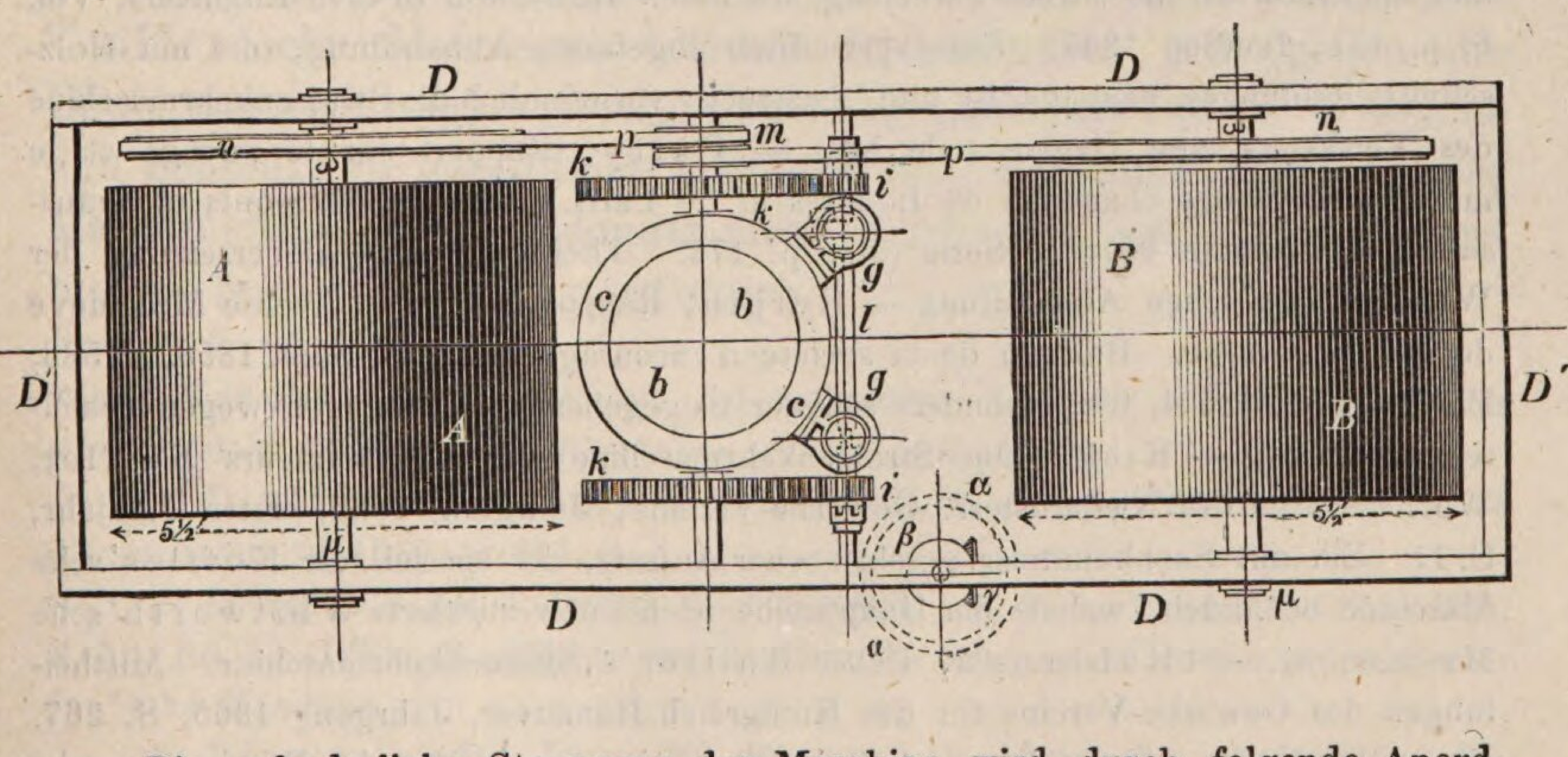


Fig. 130.



Die erforderliche Steuerung der Maschine wird durch folgende Anordnungen zu Stande gebracht. Jede Walzenachse ist um eine Verticallinie desjenigen Endes ω drehbar gemacht, in dessen Nähe das grosse passive Kettenzahnrad k befestigt ist, so dass die Kettenlänge durch eine Verdrehung der betreffenden Walze (ohne merklichen Nachtheil) dieselbe bleiben kann. Die

freien Enden μ jeder Walzenachse sind in eigenthümlich angeordneten, entsprechend verschiebbaren Hängelagern $\eta\eta$ placirt, welche mit einer Zugstange δ in Verbindung stehen, deren äusserer gabelförmiger Theil eine Mutter ε trägt, welche zu einer Schraube δ gehört. Hiernach erkennt man leicht, wie durch geeignete Drehung am Handrade α erst die Drehung der zusammengreifenden Kegelräder $\beta\gamma$ und sodann weiter die Drehung der Schraube δ bewirkt werden kann.

Das Totalgewicht des ganzen Baues beträgt 260 Ctnr., wovon auf jede Walze allein etwa 60 Ctnr. kommen. Die Herstellungskosten sind zu 4600 Thlr. veranschlagt.

Die vorläufigen Rentabilitätsberechnungen lassen der Maschine eine Zukunft prophezeien, wenn sich nicht noch unvorhergesehene Uebelstände einstellen oder durch dieselbe eine Gefährdung des öffentlichen Verkehrs auf Chausseen und Landstrassen entsteht.

§. 12.

Strassen-Kehrmaschinen [1]).

Geschichte und Gegenwart.

Nach Wissen des Verfassers datirt ein ernstliches Bestreben, brauchbare Maschinen zum Kehren (Reinigen) öffentlicher Strassen, namentlich der in grossen Städten herzustellen, vom Ende der zwanziger Jahre her, wo man in England die ersten derartigen Maschinen einzuführen bemüht war [2]).

1) Whitworth, On the advantages and economing of maintaining a high degree of cleanliness in streets and roads with an account of the construction and operation of the Street Sweeping Machine. Institution of Civil-Engineers, Vol. 6, p. 431, London 1847. Eine vortrefflich abgefasste Abhandlung, die mit Holzschnittabbildungen begleitet ist und constructiv vornehmlich die Strassenkehrmaschine des Verfassers zum Gegenstande hat. — Darcy, Rapport sur le pavage et le macadamisage des chaussées de Londres et de Paris. Annales des ponts et chaussées 1850 (Tome 20), 2. Série (3.), p. 172. Theilweise eine Uebersetzung der Whitworth'schen Abhandlung. — Herpin, Rapport sur la Balayeuse Mécanique de M. Colombe. Bulletin de la société d'encouragement etc., Sept. 1856, p. 583, Pl. 83. Ein Artikel, der besonders schöner beigegebener Zeichnungen wegen beachtenswerth ist. — Kick, Die Strassenkehrmaschine des Constructeurs Koffler. Wochenschrift des Niederösterr. Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1865, erstes Halbjahr, S. 11. Ein mit Sachkenntniss geschriebener Aufsatz, der speciell die Koffler'sche Maschine behandelt, welche der Hauptsache nach eine verbesserte Whitworth'sche Maschine ist. — Rühlmann, Ueber Tailfer's Strassenkehrmaschine. Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für das Königreich Hannover, Jahrgang 1865, S. 267. Ein selbstständig geschriebener Aufsatz über eine neuerdings in Frankreich sehr gepriesene Maschine, wozu die beigegebene Abbildung dem Bulletin de la société d'encouragement [63. Année (1864), Pl. 296] entlehnt ist.

2) Dingler's polyt. Journ. Bd. 26 (1827), S. 119.

Ausführliche Literatur dieser älteren Strassenkehrmaschinen überhaupt findet

Leider haben alle diese Bestrebungen bis zur Gegenwart noch nicht den Erfolg gehabt, dass man eine bestimmte Gattung und Construction von Strassenkehrmaschinen zur allgemeinen Verwendung empfehlen könnte, was zugleich der Grund ist, weshalb dieser Maschinengattung hier eigentlich nur ganz beiläufig (und ohne Abbildungen beizufügen) gedacht wird.

Im Allgemeinen lassen sich alle bemerkenswerthen, zur Zeit bekannt gewordenen Constructionen von Strassenkehrmaschinen in drei Classen gruppiren. Zur ersten Classe kann man diejenigen zählen, welche mehr oder weniger das Kehren mit Handbesen oder Krücken nachahmen, d. h. wo das arbeitende Werkzeug eine beinahe geradlinige oder schwingende, fortschreitende, wiederkehrende Bewegung macht [1]).

Classe zwei kann die Maschinen umfassen, wobei das Bürsten- oder Besen-System ausschliesslich bei rotirender Bewegung arbeitet (Rollbürste, Cylinderbürste) [2]).

Classe drei endlich begreift diejenigen Maschinen, wo der Besen wie eine endlose Kette, in eine geradlinig fortschreitende und gleichzeitig drehende Bewegung beim Arbeiten versetzt wird [3]).

Die Maschinen der ersten Classe haben sich am allerwenigsten brauchbar gezeigt und ist deren Construction in neuester Zeit ganz verlassen worden. Die zweite Classe zählt die meiste Anzahl versuchter Maschinen und zu ihr gehört auch die vorher erwähnte Colomb'sche und ganz besonders die allerjüngste Tailfer'sche Maschine, letztere insbesondere mit (gegen die Bewegungsrichtung) schräg liegender Cylinder-Bürste [4]), welche den Schmutz in geradlinige Häufelstreifen zusammenkehrt. Diese Maschinen laden den Schmutz nicht gleichzeitig, sondern erfordern hierzu besondere Transportwagen.

sich in Schubarth's Repertorium der technischen Literatur vom Jahre 1823 bis einschliesslich 1853, S. 862, Abschnitt: „Strassenreinigung."

1) Dingler's polyt. Journ. Bd. 62 (1836), S. 484. — Bulletin de la société d'encouragement 1843, p. 211.

2) Dingler's polyt. Journ. Bd. 26 (1827), S. 119; ferner Bd. 33 (1829), S. 74; Bd. 53 (1834), S. 463, so insbesondere die allerneueste vorher citirte Tailfer'sche Maschine.

3) Dingler's polyt. Journ. Bd. 82 (1841), S. 177 u. Bd. 89 (1843), S. 91.

4) Die Borsten der Bürste hat man bei Tailfer's Maschine durch Passiva, d. h. durch einen Faserstoff ersetzt, den man von der Piazaba-Palme (Atalea funifera) Guiana's gewinnt und der auch in Deutschland bereits mehrfach als Stellvertreter für Borsten und Ruthen zu Kehrbesen verwandt wird.

Die Maschinen der dritten Classe werden in der Neuzeit, besonders durch die Constructionen von Whitworth und Koffler repräsentirt. Bei beiden Maschinen bildet das Besensystem gleichsam ein schrägliegendes Paternosterwerk, dessen endlose Kette über rotirende Scheiben geschlagen ist und wobei der abgekehrte Schmutz auf einer festen schiefen Fläche aufwärts geschoben und einem Sammelkasten überwiesen wird. Koffler's Maschine unterscheidet sich von der Whitworth's besonders durch eine zweckmässige Anordnung zur Auswechslung der Schmutz-Sammel-(Mist-) Kästen, durch das Vorhandensein eines Wasserkastens sammt Brause, wodurch ein schwaches Befeuchten der Strasse möglich wird, durch leichte Auswechslung der Besen und durch mehrfache vortheilhafte Detailconstructionen.

Zweites Capitel.

Eisenbahnfuhrwerke.

I. Wagen.

§. 13.

Geschichtliche Einleitung [1]).

Der im vorigen Capitel ausführlich erörterte verhältnissmässig grosse Widerstand, welchen Fuhrwerke beim Transporte schwerer

1) v. Baader, Neues System der fortschaffenden Mechanik, München 1822. Das erste selbstständige grössere Werk über Eisenbahnfuhrwerke. Der Verfasser beschreibt hierin (freilich sehr kurz) die bis zum Jahre 1816 in England vorkommenden Eisenbahnwagen und Zubehör, versteigt sich aber dann zu sehr in allerlei Projecte, die besonders für deutsche Verhältnisse passen sollten, von denen jedoch kaum eins zur Ausführung gelangt sein dürfte. — Cumming, Illustrations of the origin and progress of rail- and tram-roads and steam-carriages etc., Denbigh 1824. Ein populär geschriebenes Werkchen, mit vielen praktischen Notizen. — Tredgold, A practical Treatise on rail-roads and carriages, London 1825. Dem Verfasser liegt die dritte Ausgabe (von 1835) dieses Buches vor, die über Construction der Eisenbahnfuhrwerke sehr wenig, desto mehr aber über den Widerstand derselben enthält, ferner sich über die Zugkraft der Pferde und Dampfwagen verbreitet, wobei mehrfach eigenthümliche mathematische Theorien aufgestellt werden. — Wood, A practical treatise on rail-roads, London 1825. Die dritte 1838 erschienene

Lasten auf gewöhnlichen Strassen der Ortsveränderung entgegenstellen, brachte strebsame Menschen schon in den ältesten Zeiten

Auflage dieses sehr guten Buches wurde, mit vielen Zusätzen begleitet, deutsch von H. Köhler bearbeitet (Braunschweig 1839). Es ist als das erste Werk zu bezeichnen, was rationell und sorgsam abgefasst wurde und worin man specielle Angaben über Constructionen von Last- und Personenwagen der Eisenbahnen veröffentlichte. Abbildungen sind beigegeben. — v. Gerstner, Handbuch der Mechanik. Erster Band 1831. Von §. 557 bis §. 596 dieses Werkes werden Eisenbahnfuhrwerke, Achsen, Räder u. s. w. sehr ausführlich besprochen und durch schöne Kupferstiche erläutert, meist Ausbeuten verschiedener Reisen des Herausgebers (Gerstner dem Sohne) in England und Amerika. Sorgfalt und Treue der Angaben zeichnen dies Werk noch besonders aus. — Armengaud, aîné, L'industrie des chemins de fer, ou dessins et descriptions des principales machines locomotives, des fourgons d'approvisionnement (tenders), wagons de transport et de terrassement, voitures, diligences etc., en usage sur les routes en fer de France, d'Angleterre, d'Allemagne, de Belgique etc. Publié sous les auspices de M. le ministre du commerce et des travaux publics. I. Vol. 4. avec atlas folio, Paris 1839. Vorzugsweise Beschreibung von Maschinen und Wagen englischer Abkunft, mit grossen, sehr gut ausgeführten Zeichnungen begleitet. — Etzel, Notizen über die Ausführung von Erdarbeiten in grösserem Maassstabe u. s. w., Stuttgart 1839. Eins der besten Werke (seiner Zeit), woraus man sich über Construction der Erdwagen, Räder u. s. w. belehren kann. Von den 26 beigegebenen Kupfertafeln in Querfolio sind 9 den Eisenbahnfuhrwerken und Zubehör gewidmet. — Whishaw, The railways of Great-Britain and Ireland. London 1842. Eine Buchhändlerspeculation (John Weale's), die jedoch nicht schlecht bearbeitet ist und u. A. auch fünf Quarttafeln nach Maassstab gezeichneter Wagen der Great-Western- und Birmingham-Gloster-Eisenbahn enthält. — Perdonnet et Polonceau, Portefeuille de l'ingénieur des chemins de fer, Paris 1843 bis 1846. In diesem für Geschichte und Construction aller auf das Eisenbahnwesen Bezug habenden technischen Gegenstände gleich werthvollen Werke wird auch den betreffenden Fuhrwerken aller Art vollständig Rechnung getragen. Von der grossen Sammlung beigegebener Folio-Kupfertafen sind allein 43 den Eisenbahnfuhrwerken für Erd-, Güter- und Personentransport gewidmet. — Meyer, Etzel und Klein, Die Eisenbahnzeitung, Stuttgart, Metzler'sche Buchhandlung von 1842 bis 1861. Enthält höchst werthvolle Aufsätze und Notizen über Eisenbahnfuhrwerke. — Heusinger v. Waldegg, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens in technischer Beziehung, Jahrgang 1845 bis 1865. Diese wackere Zeitschrift bildet seit einigen zwanzig Jahren für Eisenbahnen- und Maschinen-Techniker eine Hülfsquelle der Orientirung, die ihrem Namen in Wahrheit entspricht und daher auch für das Studium der Eisenbahnfuhrwerke besonders empfohlen werden kann. — Clark, Railway-Machinery, Glasgow, London and New-York 1835. Part Second: Carriages and Waggons, p. 257 etc. Dies ausgezeichnete Werk behandelt die Eisenbahnwagen aus der Zeit von 1842 bis 1854 und begleitet den Text mit 17 Foliotafeln vortrefflicher Abbildungen. — Henz und Bendel, Das Eisenbahnwesen in Nordamerika. Nach Reisenotizen des geheimen Regierungsrathes Henz. Mit einem Atlas von 40 Kupfertafeln in Folio, Berlin 1862. In diesem

auf die Idee, diese Strassen auf eigenthümliche Weise zu verbessern, nämlich die Räder der Wagen auf schmalen, isolirten festen Gleisen, aus Stein oder Holz, auf sogenannten Radbahnen laufen zu lassen.

Während das gewiss sehr hohe Alter der aus Stein gebildeten Radbahnen mit Bestimmtheit gar nicht anzugeben ist[1]), scheint man zuerst im sechszehnten Jahrhunderte, also vor mehr als 300 Jahren, beim deutschen Bergbau Radbahnen aus Holz (hölzerne Gestänge) in Anwendung gebracht zu haben[2]).

Veranlassung zu einer allgemeineren Verwendung solcher hölzernen Radbahnen gab jedoch erst das in England erhöhete Ausbringen der Steinkohlen, welches den Transport immer grösserer Lasten von den Gruben nach den Verschiffungsplätzen erforderlich machte. Nach Smiles[3]) war es im siebenzehnten Jahrhunderte und zwar 1630, wo ein gewisser Beaumont zuerst dergleichen Holzbahnen bei den Steinkohlengruben in der Nähe von Newcastle-upon-Tyne anwandte, während Cumming[4]) angiebt, dass sie aus der Zeit von 1670 stammen, und Tredgold[5]) dafür sogar das Jahr 1680 festsetzt. Thatsache ist, dass man diese Holzbahnen bereits am Ende des siebenzehnten Jahrhunderts für Kohlen- und Stein- (namentlich Schiefer-) Transporte allgemein benutzte und auch fast bis zur Mitte des achtzehnten Jahrhunderts in ungeänderter Gestalt beibehalten hat.

sehr beachtenswerthen Werke findet sich von S. 32 bis 44 ein Abschnitt: „Die Wagen der amerikanischen Eisenbahnen", begleitet von 8 Blatt Abbildungen, welcher höchst schätzbare Angaben über den bezeichneten Gegenstand enthält. — Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 1 bis 4, Paris 1861 bis 1865. Gegenwärtig das ausgezeichnetste und vollständigste Werk für ein übersichtliches Studium des technischen Eisenbahnwesens, welches auch die betreffenden Fuhrwerke entsprechend behandelt. Speciell Tome 1, p. 399: „Waggons de terrassement"; Tome 2, p. 502 bis 676: „Des waggons ou voitures employées sur les chemins de fer"; Tome 3, p. 551 bis 578: „Voitures à deux étages, freins, éclairage des waggons de voyageurs par le gaz" etc.; IV., p. 321 bis 352: „Des waggons du chemin de fer de l'Est."

1) Nach Breymann (Ueber die Entstehung und allmälige Entwickelung der Eisenbahnen. Eisenbahnzeitung vom 28. Februar 1847) ist vielleicht den Baumeistern der ägyptischen Pyramiden die Erfindung der Radbahnen von Stein zuzuschreiben.

2) v. Baader, Neues System der fortschreitenden Mechanik, S. 24.

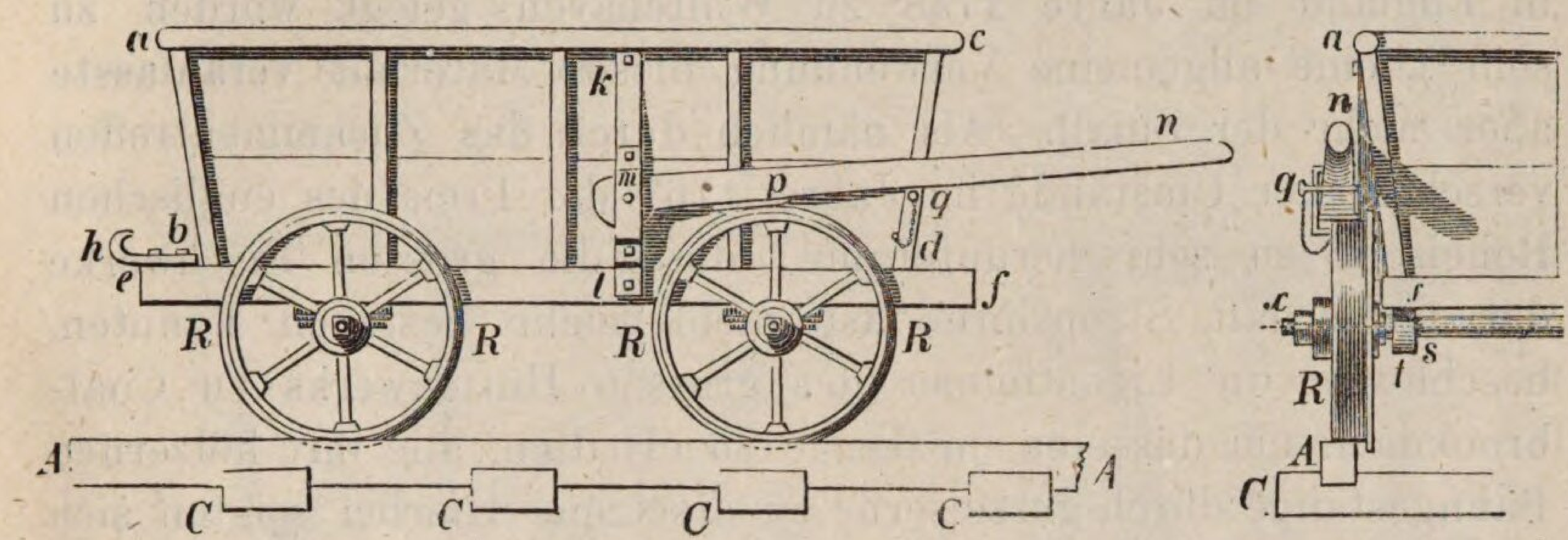
3) Lives of the Engineers, Vol. 3, p. 5.

4) Illust. of the origin and progress of rail- and tram-roads etc., p. 7.

5) Rail-Roads and Carriages, p. 11.

Ein derartiges, wahrscheinlich aus letztgenannter Zeit stammendes, auf Holzbahnen laufendes Fuhrwerk zeigt Fig. 131 in der Längen- und Endansicht [1]).

Fig. 131.



Daselbst sind *AA* die aus Eichenholz gebildeten Bahngestänge, *CC* die betreffenden Unterlagen (Schwellen) aus gleichem Materiale, wobei erstere in letztere eingelassen und durch hölzerne Nägel befestigt sind.

Der Wagen bildet oberhalb einen hölzernen pyramidalen Kasten *abcd* auf Langschwellen und Querträgern *ef* ruhend.

Die vier gleich grossen Räder *RR* sind aus Gusseisen hergestellt und an ihrer Innenseite mit einem vorspringenden Rande (Flantsche) versehen, wodurch verhindert werden soll, dass der Wagen aus dem Gleise kommen kann. Um möglichst gut Spur halten zu können, sind je zwei dieser Räder auf einer und derselben schmiedeisernen Achse *xx* dergestalt befestigt, dass sich beide mit der Achse zugleich in Lagerbüchsen *t* drehen, welche an die Querriegel *f* geschroben sind.

Die Stränge des diesen Wagen ziehenden Pferdes werden unmittelbar an einem Haken *h* befestigt.

Um die Geschwindigkeit der Bewegung beim Abwärtslaufen des Wagens mässigen oder nach Erforderniss vernichten zu können, hat man einen Bremshebel *mpn* angebracht, der sich um den Punkt *n* dreht, während bei *p* eine eiserne Platte befindlich ist, die den gegen das Rad wirkenden Bremsbalken bildet.

Die verhältnissmässig immer noch bedeutende Reibung der eisernen Räder auf den hölzernen Gestängen und die rasche Abnutzung der letzteren scheint schon damals, besonders an schwierigen Stellen (bei starken Krümmungen oder bedeutenden Steigungen) zu den Auskunftsmitteln geführt zu haben, auf die Holzschienen Flacheisen zu nageln. Indess war die Befestigung sehr mangelhaft, die Nägel wurden leicht los und konnten auch nicht wieder in dieselben Löcher eingetrieben werden. Es wurde daher

1) v. Baader a. a. O. S. 25.

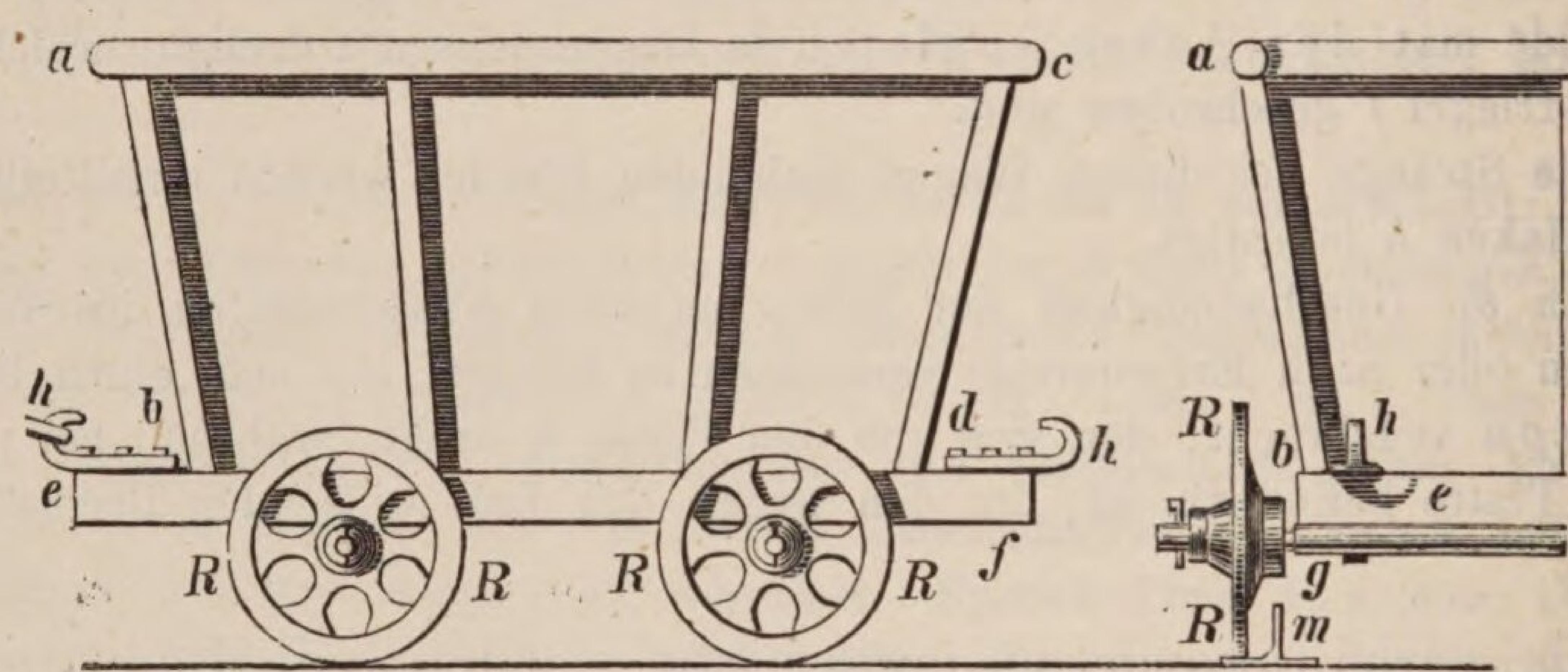
die Verwendung schmiedeiserner (Flach-) Schienen nicht weiter verfolgt.

Die ersten, aus Gusseisen gebildeten Bahngestänge scheinen in England im Jahre 1738 zu Whitehaven gelegt worden zu sein [1]), eine allgemeine Verwendung dieses Materials veranlasste aber mehr der Zufall. Als nämlich durch das Zusammentreffen verschiedener Umstände im Jahre 1767 der Preis des englischen Roheisens so sehr herunterging, dass die grossen Eisenwerke der Grafschaft Stropshire fast nicht mehr bestehen konnten, beschlossen die Eigenthümer des grossen Hüttenwerks zu Coalbrookdael, um dasselbe im Gange zu erhalten, alle ihre hölzernen Bahngestänge durch gusseiserne zu ersetzen. Hierbei zeigten sich aber so unerwartet günstige Resultate, dass man in England nach kurzer Zeit fast überall dem Vorgange von Coalbrookdael nachfolgte.

Wie Fig. 132 erkennen lässt, hatte man diese Bahnschienen mit einem hohen vorstehenden Rande *m* ausgestattet [2]), der das Ausgleisen der Wagen verhindern sollte, während die Umfänge ihrer ebenfalls gusseisernen Räder *RR* völlig glatt abgedreht waren.

Die Kästen *abcd* der zugehörigen Bahnwagen bildete man gewöhnlich aus hölzernem Rahmenwerke mit Füllwänden aus Eisenblech. An den aus

Fig. 132.



starken eichenen Bohlen zusammengefügten Bodenschwellen *cf* hatte man unterwärts die eisernen Achsen *g* befestigt, um deren äusseren Schenkel die Räder (auf dieselbe Weise wie bei gewöhnlichen Fuhrwerken gesteckt) zum Umlaufen (unabhängig von der Achse) gezwungen wurden. Haken *hh* zum Anspannen der Pferde waren vorn und hinten am Wagen befindlich, so dass derselbe, ohne umzukehren, vor- und rückwärts gezogen werden konnte. Beim

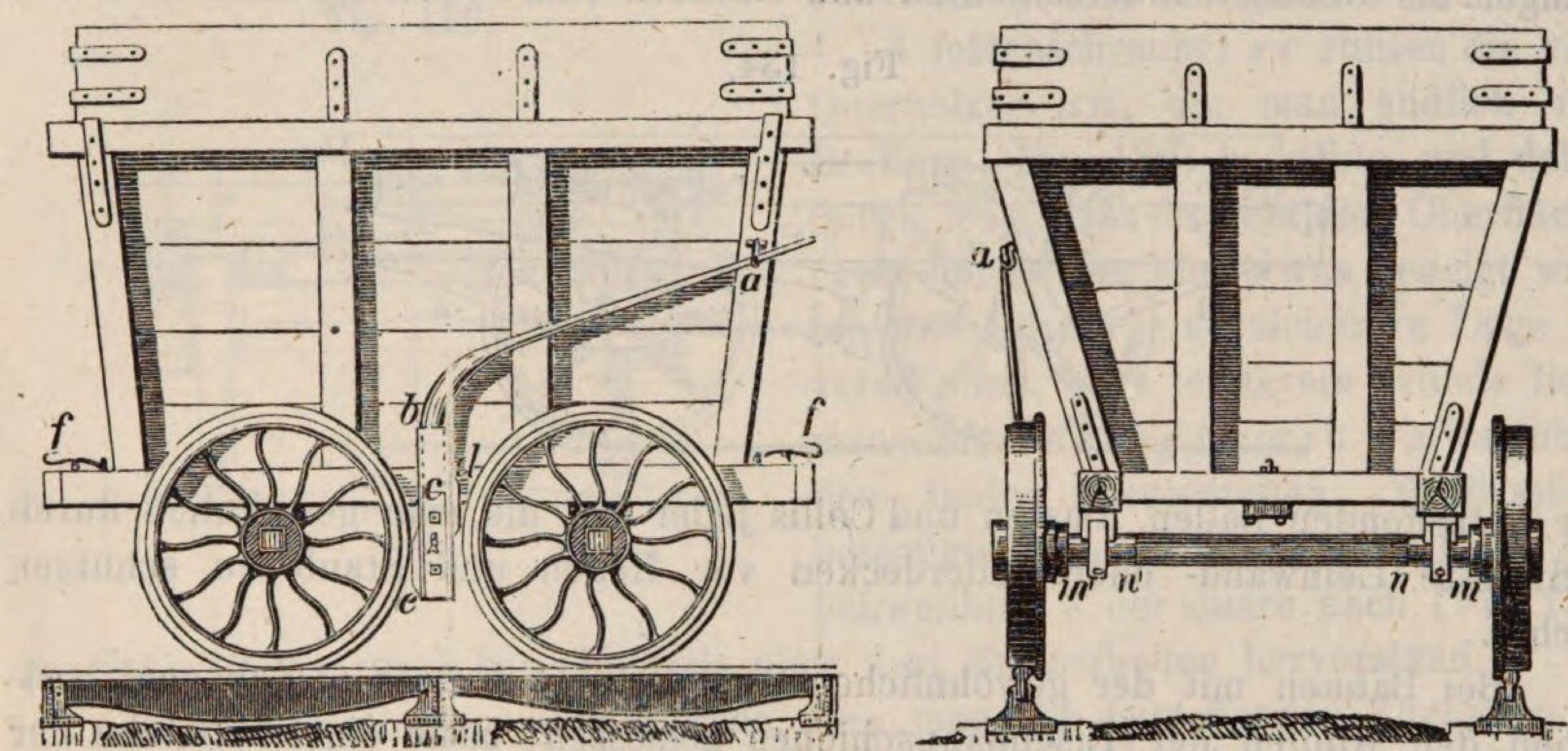
1) Smiles, a. a. O. Vol. 3, p. 7.

2) Bahnschienen mit nach oben hin gerichtetem vorspringenden Rande, auf der inneren Seite, nannte man Plate-Rails, die Bahnen selbst aber Tram-Roads.

Abwärtsfahren bediente man sich ähnlicher Bremsen, wie in Fig. 131 und in Fig. 133 angegeben sind.

Letztere (hier folgende) Figur stellt einen Wagen dar, wie sie seiner Zeit auf der 1825 eröffneten, von Georg Stephenson erbauten Darlington-Stock-

Fig. 133.



ton-Eisenbahn (Grafschaft Durham) zum Kohlentransporte benutzt wurden [1]). Zu den bemerkenswerthen Dingen dieses Wagens gehören zunächst die gusseisernen Räder, die wieder mit Flantschen versehen und auf den Achsen derartig festgekeilt sind, dass sich Räder und Achsen als ein Ganzes gleichzeitig umdrehen. Die zugehörigen Lager oder Achspfannen sind an den Langbäumen des Wagenkastens so befestigt, wie die Endansicht unserer Abbildungen ohne Weiteres erkennen lässt. Zu bemerken ist hierbei nur noch Folgendes. Der mittlere Theil nn' jeder Achse ist achteckig, die Endtheile nm und $n'm'$ dagegen sind rund und so lang, dass ein Spielraum gebildet wird, hinlänglich gross genug, um den Lagern und somit dem Kasten des Wagens Raum zum Hin- und Herbewegen auf den Achsen gestatten zu können.

Die damalige Erfahrung hatte einen derartigen Spielraum sehr vortheilhaft gefunden.

Gewöhnlich war bei solchen Wagen der Boden nach unten hin zu öffnen, um die transportirten Steinkohlen bequem ausstürzen zu können, wozu verschiedenartige Mechanismen dienen, hinsichtlich welcher wir auf unsere Quelle [2]) verweisen müssen [3]).

1) Gerstner a. a. O. Bd. 1, §. 559.

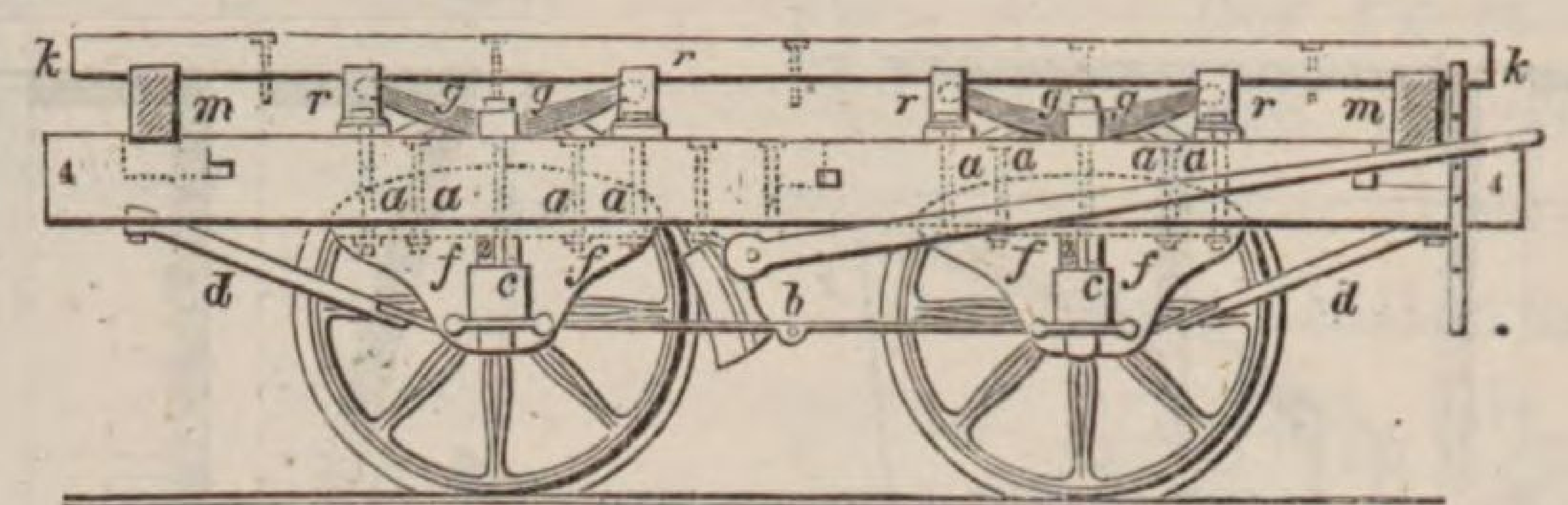
2) Gerstner, Mechanik, Tafel 34, Fig. 2.

3) Die Stockton-Darlington-Bahn, zu welcher, wie bemerkt, der besprochene Wagen gehörte, hat noch für die Geschichte die merkwürdige Bedeutung, dass hier zuerst auf Georg Stephenson's Rath Eisenbahnschienen (und zwar Edge-Rails, Stabschienen) aus gewalztem Schmiedeisen (auf die Hälfte der ganzen Bahnlänge) in Anwendung gebracht, sowie auch dessen eigenthümliche Stühlchen zur Stützung der Stossstellen benutzt wurden. Uebrigens waren die Schienen nicht auf Holzschwellen, sondern auf Steinblöcken befestigt. Man sehe hierüber auch Smiles, Vol. 3, p. 164.

Fig. 134 bis 136 sind Abbildungen eines Wagens, wie man sie zuerst bei der Liverpool-Manchester-Eisenbahn (1830 am 15. September eröffnet) in Anwendung brachte, und welche vorzugsweise zum Transporte von Kaufmannsgütern benutzt wurden [1]).

Die überall freie Plattform *kk* derselben war sowohl bequem beim Aufbringen als Nebeneinanderschichten und Abladen (durch Herabwälzen u. s. w.)

Fig. 134.

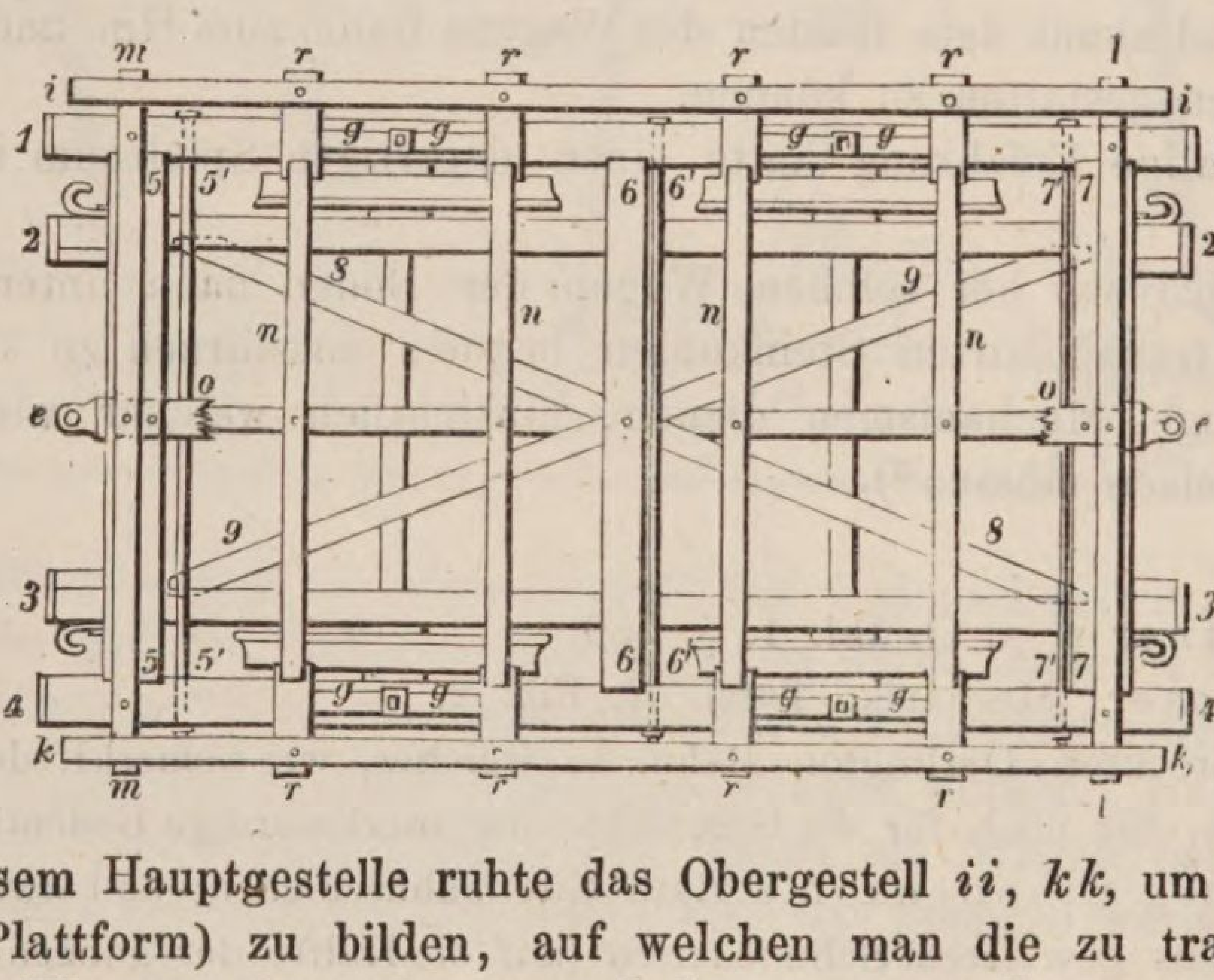


der betreffenden Ballen, Lasten und Collis jeder Art, die man gewöhnlich durch gefirnisste Leinwand- oder Lederdecken vor Regen und Staub zu schützen suchte.

Bei Bahnen mit der gewöhnlichen Spurweite (4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll engl. zwischen den Köpfen der Eisenbahnschienen gemessen) hatte die Oberfläche der Plattform *k* gewöhnlich 75 Quadratfuss und die aufzubringende Güterfracht konnte ungefähr vier Tonnen oder 80 Ctnr. (à 112 Pfd. engl.) betragen.

Das Hauptgestell dieser Wagen bestand aus vier hölzernen Langträgern 1..1, 2..2, 3..3 und 4..4; ferner aus drei Querträgern (Querriegeln) 5..5, 6..6 und 7..7 und aus zwei Diagonalstreben 8..8 und 9..9, welche letztere, nebst gehörigen Schrauben und eisernen Zugstangen 5′, 6′ und 7′, die erforderliche Unverschiebbarkeit des Rechtecks erzeugten, welches die Horizontalansicht (Fig. 135) des ganzen Baues bildete.

Fig. 135.



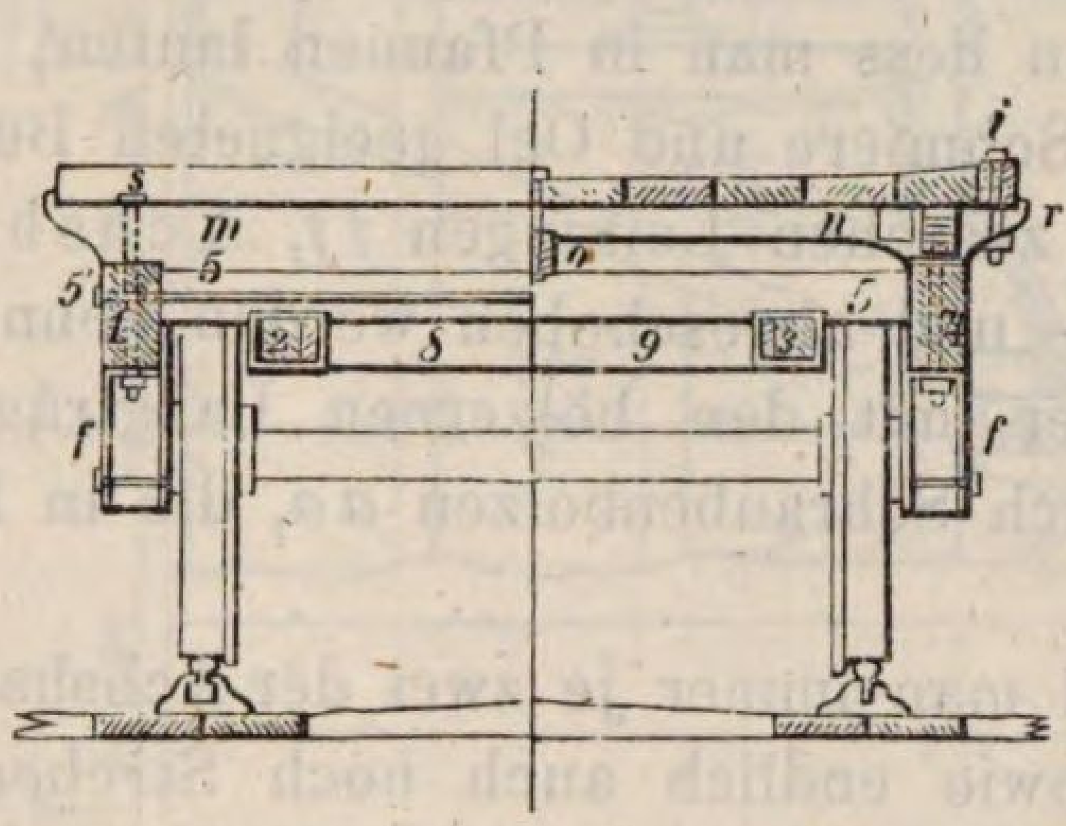
Auf diesem Hauptgestelle ruhte das Obergestell *ii*, *kk*, um einen ebenen Boden (die Plattform) zu bilden, auf welchen man die zu transportirenden Güter legte. Hierzu ruhten ferner auf den äusseren Langträgern 1..1 und

1) Wood, Rail-Roads, Chapter 5, Construction of carriages adapted to Rail-Roads, §. 8. In der Köhler'schen Uebersetzung S. 158.

4..4, sowie auf den Querträgern 5..5 und 7..7, andere Querriegel *ll*, *mm*, mit welchen höherliegende Langhölzer *ii*, *kk* durch Schraubenbolzen vereinigt waren. Ein drittes Langholz *oo* (Fig. 135 u. 136) lag auf den Querriegeln 5, 6 und 7, und war ebenfalls durch Schraubenbolzen befestigt.

Auf dem Langholze *oo*, sowie mit den Enden in gusseisernen Hülsen (vier auf jedem Langbaume 1..1 und 4..4 festgeschraubt) *rr* ruhten die vier Querhölzer *nn*, die man endlich mit Brettern (Fig. 136) bedeckte, und dabei Sorge trug, dass die gebildete Oberfläche nach der Mitte hin etwas geneigt war, um den Gütern eine sicherere Lage zu verschaffen. Aus letzterem Grunde liess man auch die Langhölzer *i* u. *k* etwas über dem Boden hervorstehen. Schliesslich befestigte man noch an jedem Ende ein Schwellholz *s* der Quere nach (Fig. 136, die linke Hälfte), welches ebenfalls über dem Bretterboden hervorstand.

Fig. 136.



Beim Fortschaffen des Wagens hing man den betreffenden Zughaken in eine der Oesen *e* (Fig. 135) ein, welche Oesen zu einer kräftigen Rundeisenstange gehörten, die sich über die ganze Länge des Wagens erstreckte und die Festigkeit des Gestellbaues noch erhöhte, da mit ihr sämmtliche Querhölzer durch Bolzen verbunden waren.

Wood bemerkt (a. a. O.), dass man derartige Wagen gewöhnlich mit dem Namen „Trucks" bezeichnet habe. In Deutschland wurden sie bei manchen Eisenbahnen unter dem Namen „Lowries" eingeführt[1]).

Ein wichtiges Object vorbesprochenen Wagens sind noch dessen Räder, wobei nur die Naben aus Gusseisen, alle übrigen Theile aber aus Schmiedeeisen bestehen, und auf deren Constructionsart sich 1830 Losh in Newcastle, der Zeitgenosse und Freund George Stephenson's, ein Patent ertheilen liess und die noch heute unter dem Namen Losh-Räder (sector-spoked wheels) vielfach im Gebrauche sind.

Die Speichen dieser Räder bestehen gewöhnlich aus geschmiedeten Flacheisenstücken, welche man in die Gestalt eines Sectors oder eines gleichschenkligen Dreiecks biegt, dessen Basis an den Radkranz zu liegen kommt. Die der Dreieckbasis gegenüberliegenden Enden des betreffenden Flacheisenstückes werden in die Sandform beim Gusse der Nabe eingelegt.

Durch ein gehöriges Aneinanderrücken der Sectoren entsteht eine Art zusammenhängender Kranz (der Speichenkranz), der einen concentrischen Kreis mit dem darum zu legenden Radreif abgiebt, welcher letztere eine starke, mit Flantsche zum Spurhalten versehene Bandage bildet. Die warm aufgezogenen

1) v. Weber in seinem empfehlenswerthen Buche „Die Schule des Eisenbahnwesens," zweite Aufl. (1862), bemerkt S. 234, dass der Name „Lowries" für die einfachsten aller Eisenbahnfuhrwerke gebraucht werde. Höchst wahrscheinlich kommt die Benennung von der geringen Höhe (vom englischen Worte low, niedrig) her, in welcher die Plattform dieser Wagen über den Bahnschienen liegt.

Bandagen befestigen sich beim Erkalten durch das Zusammenziehen (Aufschrumpfen) von selbst, werden darin jedoch noch durch äusserlich versenkte Nieten unterstützt. Zum Studium des speciellen Herstellungsganges der Losh-Räder kann u. A. die unten angegebene Quelle empfohlen werden [1]).

Unter allen Umständen wurden auch bei diesen ersten Wagen, des Spurhaltens wegen, die Räder auf den Achsen festgekeilt, so dass sich beide stets gemeinsam, als ein Ganzes, drehen mussten.

Die Schenkel oder Zapfen der Achsen liess man in Pfannen laufen, die sich in verschlossenen, zur Aufnahme von Schmiere und Oel geeigneten Büchsen *cc* (Fig. 134) befanden, welche wieder zwischen Leitungen *ff*, Achshalter genannt, in senkrechter Richtung auf- und abgeschoben werden konnten. Die Verbindung dieser eisernen Achshalter mit den hölzernen Langträgern 1..1 und 4..4 des Wagens geschah durch Schraubenbolzen *aa*, die in Fig. 134 sichtbar sind.

Zur nothwendigen Versteifung verband man immer je zwei der Achshalter *ff* durch schmiedeiserne Zugstangen *b*, sowie endlich auch noch Streben *d* von den Achshaltern aus nach den Langträgern 1..1 und 4..4 gingen, die zugleich als Stützen desjenigen Theiles des Gestells dienten, welcher über die Räder hinausspringt.

Bei den ersten Fuhrwerken der für Gütertransport bestimmten Eisenbahnen scheint man sogleich die bereits im Capitel „Strassenfuhrwerke" erörterten Vortheile des Aufhängens der Wagengestelle in Stahlfedern erkannt zu haben, indem wir unseren (alten) Güterwagen, Fig. 134, bereits mit solchen ausgestattet finden. Das ganze Gestell ist überhaupt an den Enden der vier vorhandenen Federn *gg* aufgehangen. Die alle Federblätter vereinigende Kapsel, der Federring oder Federbügel, war nach unten hin mit einem cylindrischen Stift oder Bolzen, der Federstütze, ausgestattet, deren unteres, freies Ende sich auf die betreffende Achsbüchse *c* stützte. Ein von unten gegen die Radbandage gerichteter Stoss, welcher das Rad zum Aufsteigen zwang, verursachte ein Aufwärtsschieben der Achsbüchse in den Führungen der Achshalter, demnach ein Aufsteigen der Federbügelstütze, des Federbügels und schliesslich eine Formänderung der Feder, wodurch offenbar eine nachtheilige Einwirkung auf das Wagengestell und die auf seiner Plattform liegenden Gegenstände verhindert wurde.

Eine bereits verbesserte Gattung englischer offener Güterwagen vom Jahre 1838 und zwar von der zu dieser Zeit (im September) eröffneten London-Birminghamer Eisenbahn, lassen die Abbildungen Fig. 137 bis 139 erkennen [2]). Der ersten äusseren Auffassung nach unterscheidet sich dieser Wagen von dem vorigen durch die seine Plattform umgebenden Wände (Bords), die zum gänzlichen oder theilweisen Abnehmen wie *aaa* und an einem Ende zum Umlegen wie *b* eingerichtet sind und sich deshalb zum Transporte solcher Gegenstände

1) Heusinger's Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens Bd. 3 (18), S. 165 und hieraus polyt. Centralbl. 1849, S. 137.

2) Perdonnet et Polonceau: Portefeuille de l'Ingénieur des chemins de fer, Paris 1846, Serie G, Planche 11. Die in Fig. 137 und 138 eingeschriebenen Dimensionen sind daher Metermaasse.

(wie Kohlen, Kalk, Kartoffeln, Obst u. s. w.) eignen, welche ohne diese Wände herabrollen würden, andererseits aber auch beim Abladen leicht herabgeworfen werden können.

Fig. 137.

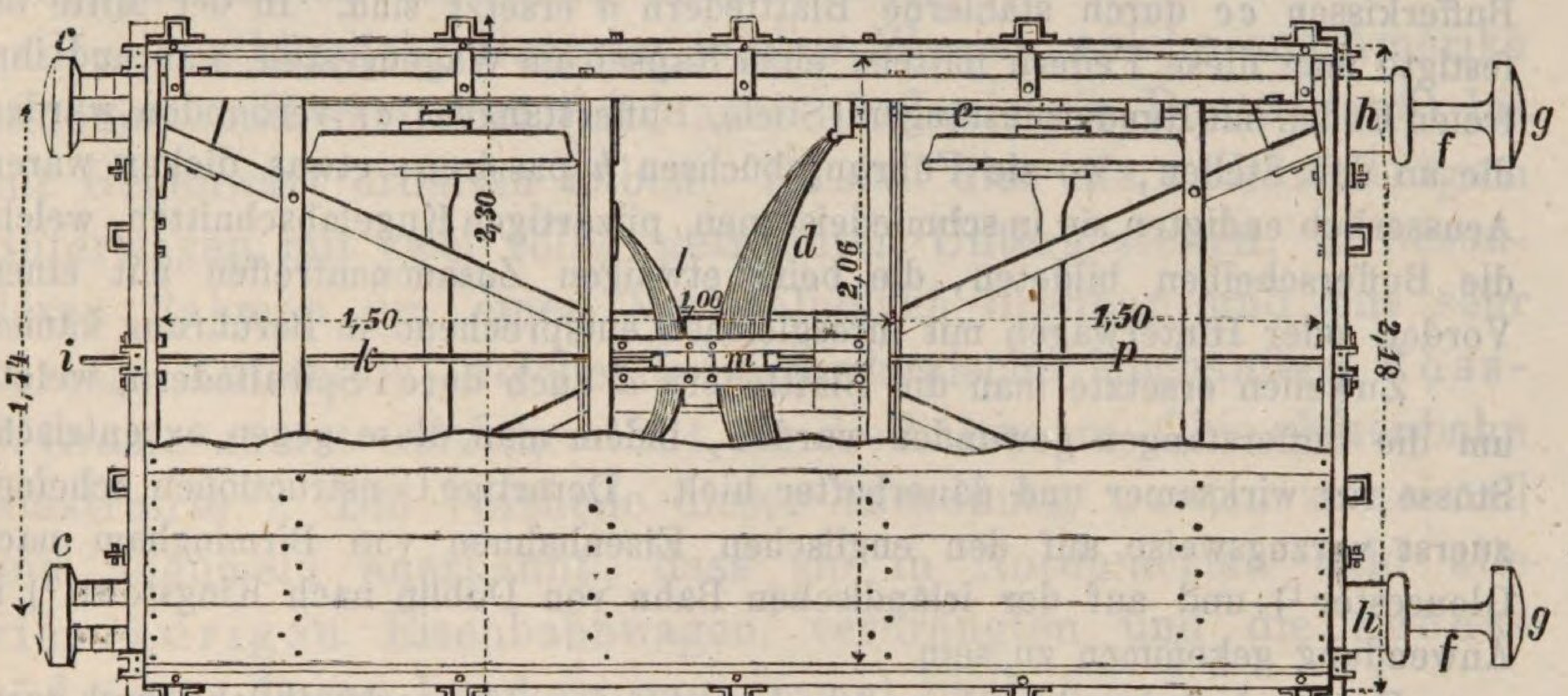


Fig. 138.

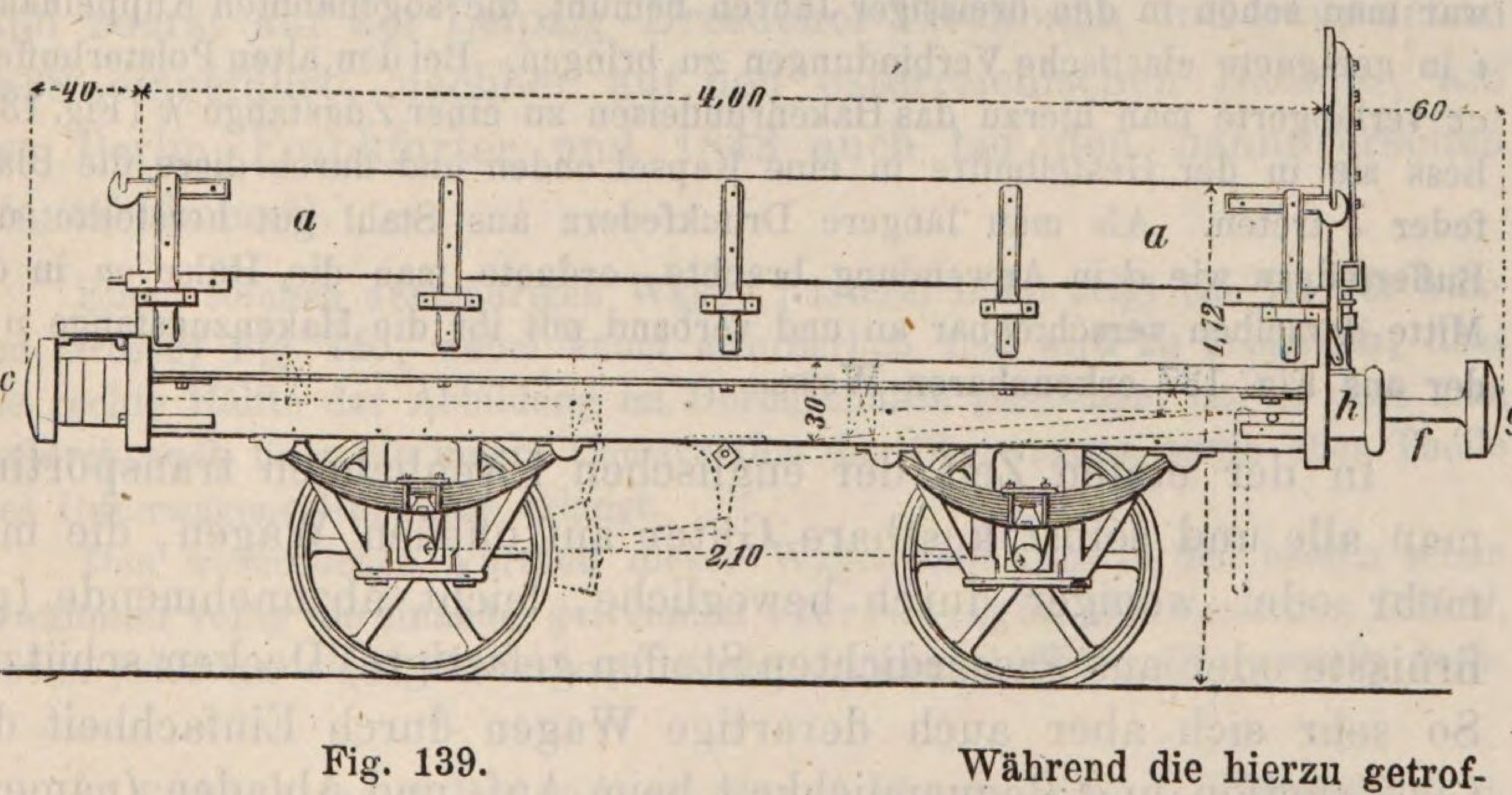
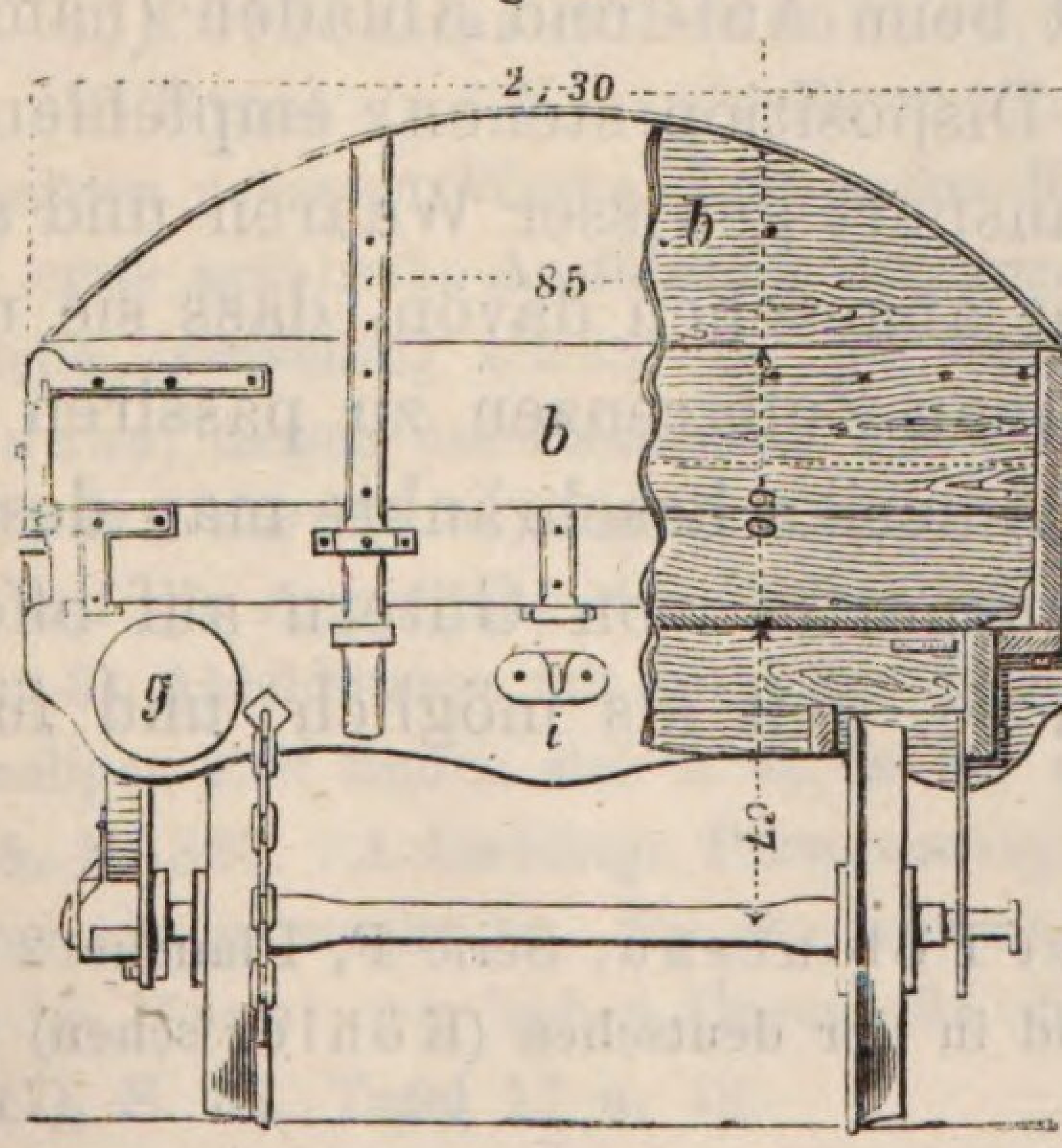


Fig. 139.



Während die hierzu getroffenen Anordnungen ohne Weiteres aus den Abbildungen erhellen, ist auf die sogenannten **Buffer** hinzuweisen, deren Hauptheile elastische Ballen *cc* an den Stirnseiten der Wagen sind, wodurch Stösse irgendwie zusammentreffender Wagen vermindert und überhaupt so weit als möglich unschädlich gemacht werden.

In der allerersten Zeit bestanden die Buffer *cc* aus starken, mit eisernen Reifen rippenförmig umbundenen Lederkissen von cylin-

drischer Gestalt, die man mit Rosshaaren ausstopfte. In unseren Abbildungen sind die links gezeichneten Buffer noch von dieser Art. Nachher, als man erkannte, dass die Elasticität derartiger Körper unzureichend war, traf man die namentlich aus der Grundrissfigur (137) erkennbare Anordnung, wo die Bufferkissen *cc* durch stählerne Blattfedern *d* ersetzt sind. In der Mitte befestigte man diese Federn mittelst einer Kapsel am Wagengestell, während ihre freien Enden mit Rundeisenstangen (Stiele, Bufferstangen) *ef* verbunden wurden, die an den Stellen, wo sie Führungsbüchsen *h* passiren, etwas dicker waren. Aeusserlich endigten sie in schmiedeisernen, pilzartigen Kugelabschnitten, welche die Bufferscheiben bildeten, die beim etwaigen Zusammentreffen mit einem Vorder- oder Hinterwagen mit ihresgleichen entsprechend in Berührung kamen.

Zuweilen ersetzte man die Blattfedern *d* auch durch Spiralfedern, welche um die Bufferstangen gewunden wurden, indem man diese gegen excentrische Stösse für wirksamer und dauerhafter hielt. Derartige Constructionen scheinen zuerst vorzugsweise auf den englischen Eisenbahnen von Birmingham nach Gloucester [1]) und auf der irländischen Bahn von Dublin nach Kingstown [2]) in Anwendung gekommen zu sein.

Um auch beim Anziehen der Locomotiven für zerbrechliche und zarte Güter heftige Erschütterungen oder Stösse möglichst unschädlich zu machen, war man schon in den dreissiger Jahren bemüht, die sogenannten Kuppelhaken *i* in geeignete elastische Verbindungen zu bringen. Bei den alten Polsterbuffern *cc* verlängerte man hierzu das Hakenrundeisen zu einer Zugstange *k* (Fig. 137), liess sie in der Gestellmitte in eine Kapsel enden und durch diese die Blattfeder *l* treten. Als man längere Druckfedern aus Stahl gut herstellte und Bufferfedern wie *d* in Anwendung brachte, ordnete man die Hülse *m* in der Mitte derselben verschiebbar an und verband mit ihr die Hakenzugstange *p* in der aus Fig. 137 erkennbaren Weise.

In der ersten Zeit der englischen Eisenbahnen transportirte man alle und selbst kostbare Güter auf offenen Wagen, die man mehr oder weniger durch bewegliche, leicht abzunehmende (gefirnisste oder aus wasserdichten Stoffen gefertigte) Decken schützte. So sehr sich aber auch derartige Wagen durch Einfachheit der Construction und Bequemlichkeit beim Auf- und Abladen (namentlich wo sogenannte Krahne zur Disposition stehen) empfehlen, so eignen sie sich doch für den Transport gewisser Waaren und auch für Personengepäck weniger, ganz abgesehen davon, dass sie nicht für den Verschluss passen, wo man Zollgrenzen zu passiren hat. In Deutschland, Frankreich und Amerika beschränkte man deshalb anfänglich das Princip des Transportes von Gütern auf offenen Wagen mit beweglichen Decken so weit als möglich und führte

1) Abbildungen bei Perdonnet et Polonceau, Serie F, Planche 2 u. 5.

2) Wood, Rail-Roads, p. 221 und in der deutschen (Köhler'schen) Bearbeitung S. 165.

überhaupt ringsum geschlossene, mit festen Dächern ausgestattete Wagen ein. Indem hinsichtlich der Abbildungen derartiger Eisenbahnwagen des beschränkten Raumes wegen, auf die unten angegebenen Quellen verwiesen werden muss [1]), besprechen wir eine ganz eigenthümliche Gattung solcher Wagen, welche aus Amerika stammen und sich dort (und auch theilweise in Deutschland) bis zur Gegenwart erhalten haben. Es sind dies die achträdrigen Güterwagen mit zwei völlig getrennten Untergestellen, in besonderen Rahmen um einen Verticalbolzen drehbar und mit sehr kurzem Radstande, welche der amerikanische Mechaniker Ross-Winans zuerst im Jahre 1834 für die Baltimore-Ohio-Eisenbahn construirte [2]). Die Vortheile dieser Anordnung wurden so schnell und allgemein anerkannt, dass sie in Nordamerika bald alle vierrädrigen Eisenbahnwagen verdrängten und die sechsrädrigen diesen Ländern ganz fremd blieben.

Nach unserem Wissen wurden derartige Wagen in Deutschland zuerst auf der Leipzig-Dresdener Eisenbahn und zwar schon 1838 eingeführt, nachher auf den österreichischen Bahnen, auf der Berlin-Frankfurter und 1843 auch bei den hannoverschen Staatsbahnen [3]).

Einen solchen achträdrigen Wagen letzterer Bahn zeigt (in $^1/_{48}$ der wahren Grösse) Fig. 140, wobei kaum erforderlich sein wird zu bemerken, dass die rechte Hälfte der Abbildung im Durchschnitte gezeichnet ist, so dass man dadurch auch über die innere Construction des Oberwagens, sowie über Theile des Unterwagens Kenntniss erlangt.

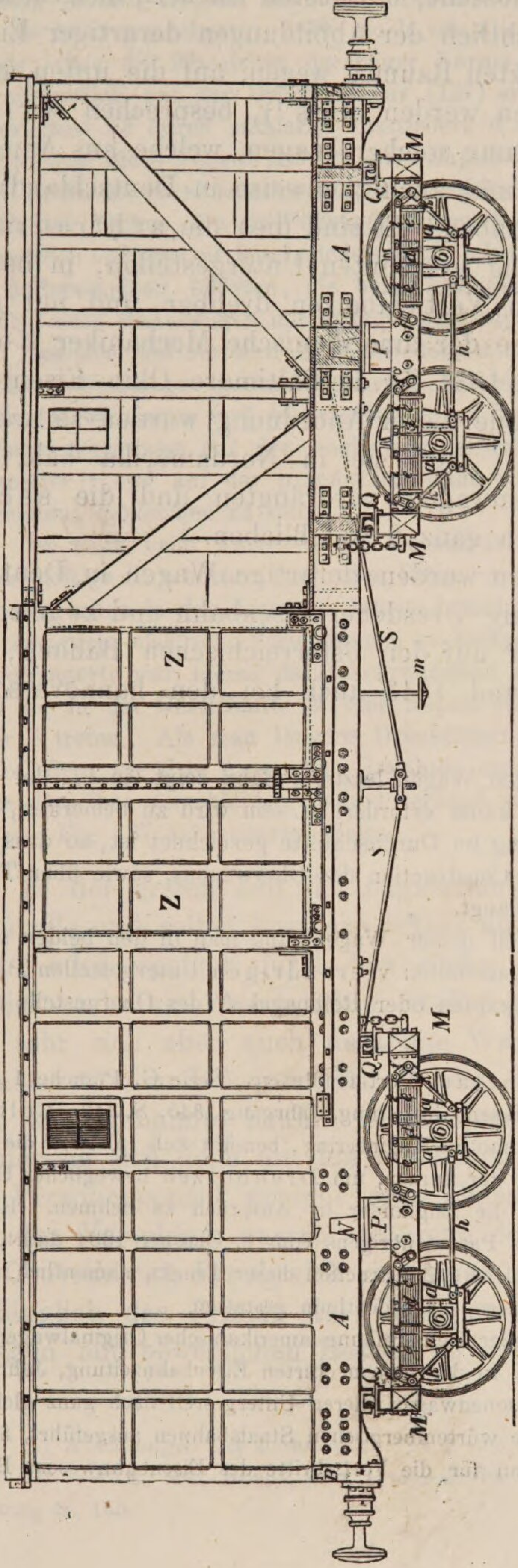
Den wesentlichen Vortheil dieser Wagen fand man in den beiden schon erwähnten völlig von einander getrennten vierrädrigen Untergestellen *PMM*, wovon jedes um einen Verticalzapfen oder Reibnagel *N* des Obergestells dreh-

1) Perdonnet et Polonceau, Portefeuille etc., Serie G, Planche 1 u. 8.

2) Etzel und Klein's Eisenbahnzeitung, Jahrgang 1845, S. 312. Colburn in seinem neuesten Werke, Locomotive-Engineering, bemüht sich (p. 97), die Idee und erste praktische Ausführung der kurzen, um Drehbolzen beweglichen Untergestelle (swivelling trucks) für die Engländer in Anspruch zu nehmen. Ross-Winans, dessen amerikanisches Patent übrigens vom 1. October 1834 datirt, will Colburn nur die eigenthümliche Construction dieser Trucks, namentlich in Bezug auf die Anordnung der Federn, als Eigenthum gestatten.

3) Abbildungen mit specieller Beschreibung amerikanischer Originalwagen der damaligen Zeit finden sich u. A. in der soeben citirten Eisenbahnzeitung, Jahrgang 1845, S. 327. Achträdrige Personenwagen, deren Untergestell nach ganz gleichen Principien construirt ist, für die würtembergischen Staatsbahnen ausgeführt, finden sich im Heusinger'schen Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens Bd. 2 (1847), S. 87, Tafel 11 u. 12.

Fig. 140.



bar ist [1]) und sich demnach unabhängig von den anderen selbst durch sehr scharfe Bahncurven bewegen kann. Diese Radgestelle (übrigens mit guten Federwerken versehen) nehmen auch von der Bahn aus veranlasste Stösse auf, ohne solche (wesentlich) auf die Oberkasten überzutragen, dabei noch gar nicht der Annehmlichkeit zu gedenken, dass sie den Transport sehr langer Frachtgegenstände erleichtern.

Während der Drehzapfen *N* gleichsam als Führungsachse dient, bildet der Obertheil eines erhöhten Schemels *P* zugleich Reibungs- und Stützfläche; sowie endlich vom Obergestell getragene Laufrollen *Q*, welche entsprechende Bahngleise auf den erhöhten Stellen des Rahmenwerkes *M* finden, gegen nachtheilige Seitenschwankungen sichern.

Der Oberwagen hat wieder als Constructionsbasis ein hölzernes rectanguläres Rahmenwerk, aus sehr starken Langschwellen *A A*, Kopfschwellen *BB*, Querschwellen, Streben, Riegel gebildet, mit W i n k e l e i s e n als Eckverband und

1) Schöne Detailzeichnungen derartiger Untergestelle findet man auf der zuletzt citirten Tafel 12, Bd. 2, des H e u s i n g e r'schen Journals.

ist überhaupt so angeordnet, dass ein nachtheiliges, inneres Verschieben des Baues nach irgend einer Richtung hin unmöglich wird.

Um die auf eine grosse Entfernung frei liegenden Langschwellen gegen schädliche Durchbiegungen zu sichern, hat man sie durch eiserne Sprengwerke *S* verstärkt.

Der auf dem Hauptrahmenwerke *AB* errichtete Oberbau, aus Fussboden, vier festen Wänden und eben solcher Decke bestehend, wird aus Säulen, Ecksäulen, Thürsäulen, Streben, Deckrahmen u. s. w. gebildet, und die zwischen den einzelnen Rahmen gelassenen Felder mit geeigneten Holz- oder Blechtafeln ausgefüllt. Zwei auf Rollen laufende Schiebethüren *ZZ* dienen zum Verschluss entsprechender Seitenöffnungen im Kasten. Durch derartige an beiden Langseiten des Wagens angebrachte Thüren erreicht man zugleich die Möglichkeit des Dichtanfahrens an die Ladeperrons der Bahnhöfe oder Stationsplätze.

Eine bisher unbeachtet gelassene Eigenthümlichkeit der hannoverschen achträdrigen Güterwagen sind die dabei angewandten Buchanan'schen Parallel-Feder-Systeme *ee*, deren Princip auf „Trennung der Blätter" beruht. Jedes dieser Blätter bildet nämlich ein schmales, gerades Rechteck und alle sind von gleicher Länge und Breite. Beim Zusammenbringen der einzelnen Blätter legt man Holzklötzchen zwischen je zwei derselben, um deren Aufeinanderreiben möglichst zu verhindern und dadurch das Federsystem freier und beweglicher zu machen. Wie aus der Abbildung erhellt, ruht auf jeder der aus sechs ganz gleichen Blättern gebildeten Federn *ee* eine sogenannte Ueberlage *i*, welche als Spannstange (Spannkette) wirkt, während alle Federlagen nach unten hin mit der Achsbüchse *b* durch Bolzen *d* vereinigt sind.

Gehänge *f* verbinden die Tragfedern mit dem Untergestelle des Wagens.

Zur Versteifung der Achshalter *a* sind auch hier Spannstangen *h* und Streben *k* vorhanden.

Abgesehen davon, dass die Gestalt derartiger Federn den rationellen Sätzen über Widerstand der Materialien widerstreitet[1]), haben sie sich beim

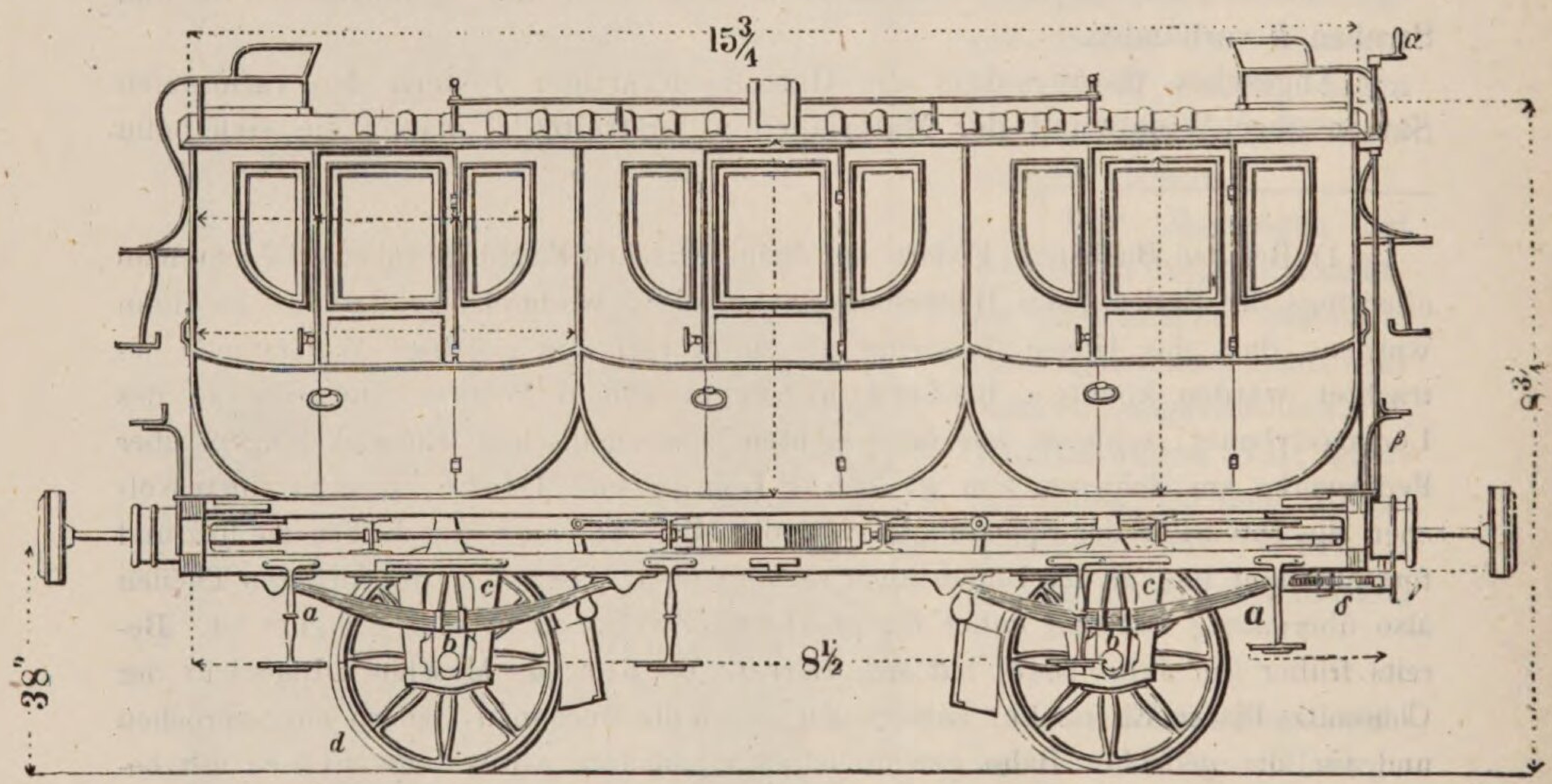
1) Bei den Buchanan-Federn der hannoverschen Eisenbahnfuhrwerke hat man allerdings die Enden jedes Blattes ausgeschmiedet, wodurch sie daselbst so dünn wurden, dass das Ganze immerhin als ein Körper von gleichem Widerstande betrachtet werden konnte. Redtenbacher in seinem Werke: Die Gesetze des Locomotivbaues, schliesst aus interessanten mathematischen Entwickelungen über Federwerke aus Schienen von gleicher Länge und Dicke, dass in einem solchen die Intensität der Spannungen von der Mitte an, nach den Enden zu fort und fort abnimmt und an den Enden sogar verschwindet, dasselbe an den äusseren Theilen also übermässig fest und daher für praktische Zwecke nicht sehr geeignet ist. Bereits früher (im Jahre 1848) hat sich Herr v. Weber (als Maschinen-Ingenieur der Chemnitz-Risaer Eisenbahn) entschieden gegen die Buchanan-Federn ausgesprochen und für die gedachte Bahn gewöhnliche, sogenannte parabolische Federn mit beachtenswerthen Eigenthümlichkeiten in Anwendung gebracht. Man sehe deshalb einen betreffenden Aufsatz in Bornemann's Zeitschrift, Der Ingenieur, Bd. 2, 1850, S. 129, welcher die Ueberschrift trägt: „Die Personenwagen der Chemnitz-Risaer Eisenbahn."

Gebrauche, wegen ihrer vibrirenden, für den Fahrenden unangenehmen Bewegung nicht bewährt und finden sich daher auch bei den hannoverschen Eisenbahnfahrzeugen (und ähnlich so in ganz Deutschland) nur noch bei einigen alten Güterwagen vor.

Was die Personenwagen der ersten und überhaupt älteren Eisenbahnen anlangt, so unterschieden sich die Räder, Achsen und Untergestelle derselben von den besseren Güterwagen im Wesentlichen bereits eben so wenig, wie dies gegenwärtig der Fall ist. Höchstens machte man die Tragfedern der Personenwagen länger, verwandte mehr Sorgfalt auf die Stoss- und Zug-Vorrichtungen, vermied so weit als möglich das Anbringen von Radbremsen und beobachtete überhaupt Alles, was einen sanften Gang herbeiführen und unangenehme Stösse oder Erschütterungen verhindern konnte.

Einen vierrädrigen Personenwagen erster Classe der London-Birminghamer Eisenbahn aus der Zeit ihrer Eröffnung (1838) zeigt in $1/_{50}$ wahrer Grösse Fig. 141 in der Längenansicht, während Fig. 142 dessen Untergestell bei abgehobenem Oberwagen erkennen lässt[1]). Aus Fig. 141 erhellt, dass letzterer aus drei Abtheilungen, Coupés genannt, besteht. Jedes Coupé bildet eine für sich bestehende sogenannte Berline (S. 43) mit Thüren und Fenstern von beiden Seiten und mit Sitzplätzen für 6 Personen, so dass der ganze Wagen

Fig. 141.

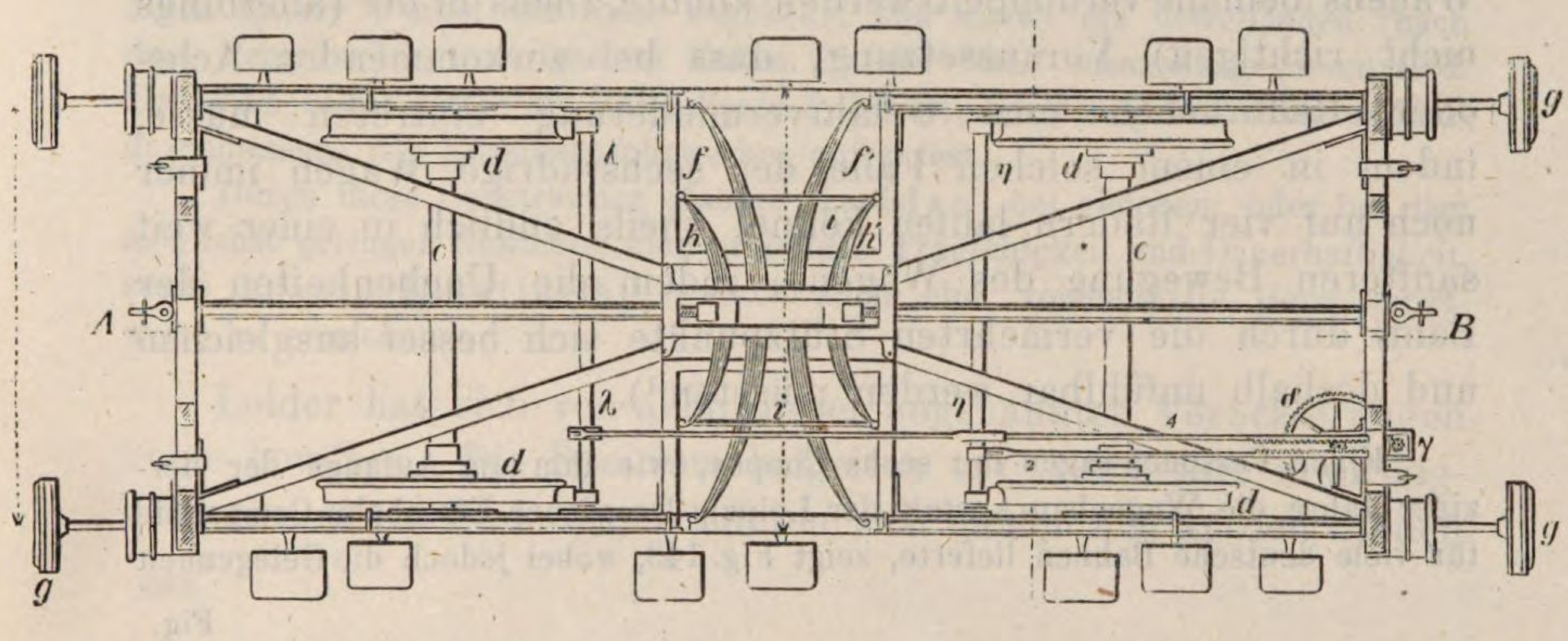


1) Perdonnet et Polonceau a. a. O., Serie F, Planche 2.

im Innern 18 Personen fasst. Ausserhalb an beiden Enden über den Coupéecken sind überdies noch unbedeckte Fahrplätze angebracht, während zwischen diesen beiden Raum für Personengepäck vorhanden ist.

Wie aus der Abbildung erhellt, sind hier Losh-Räder in Anwendung gebracht, sowie Stahlfedern von (nahezu) parabolischer Krümmung[2]), deren

Fig. 142.



Enden noch nicht in Oesen und Ringen aufgehangen (was einer späteren Zeit angehört), sondern nur in festen Hülsen verschiebbar angeordnet sind. Uebrigens liegen diese Federn über den Achsbüchsen *b* und sind in der Mitte mit letzteren verbunden. Beim Auf- und Absteigen der Achsbüchsen zwischen den Achshaltern *c* nehmen zwar die Federn an dieser Bewegung Theil, jedoch wird, weil sie über der Achsbüchse liegen, ein zu tiefes Herabgehen der Feder und somit der Wagenkasten verhindert.

Von den in der Grundrissfigur sichtbaren Federn sind die grösseren *ff'* von einander unabhängige Federn, und ihre Enden stehen in bereits früher erörterter Weise mit den Stangen der Buffer *gg* in geeigneter Verbindung. Zwei andere kürzere Federn *hh'* sind an ihren Enden durch Zugstangen *ii* vereinigt, gehören zu den Zughaken *A* und *B* und bilden überhaupt mit den zugehörigen Stangen die erforderliche, elastische Zugvorrichtung.

Die einseitigen Backen-Bremsen der Räder sind oben am Wagengestell aufgehangen und werden durch Hebel und Zugstangen $\lambda\eta$ angezogen und gelöst, deren entsprechende Bewegung aber von der Sitzstelle des Bremsers aus, mittelst Kurbel α und Welle β, Zahnräder $\gamma\delta$ und Stangen 2, 4 (an den Enden verzahnt) gehörig übertragen werden kann.

Während man, wie schon erwähnt, in Amerika das vierrädrige System der Personenwagen recht bald durch das achträdrige ersetzte, war man, mit wenigen Ausnahmen (würtembergische, österreichische Bahnen und Berlin-Frankfurt-Oder-Bahn, Russland etc.), in Europa und besonders auf dem Continente anderer

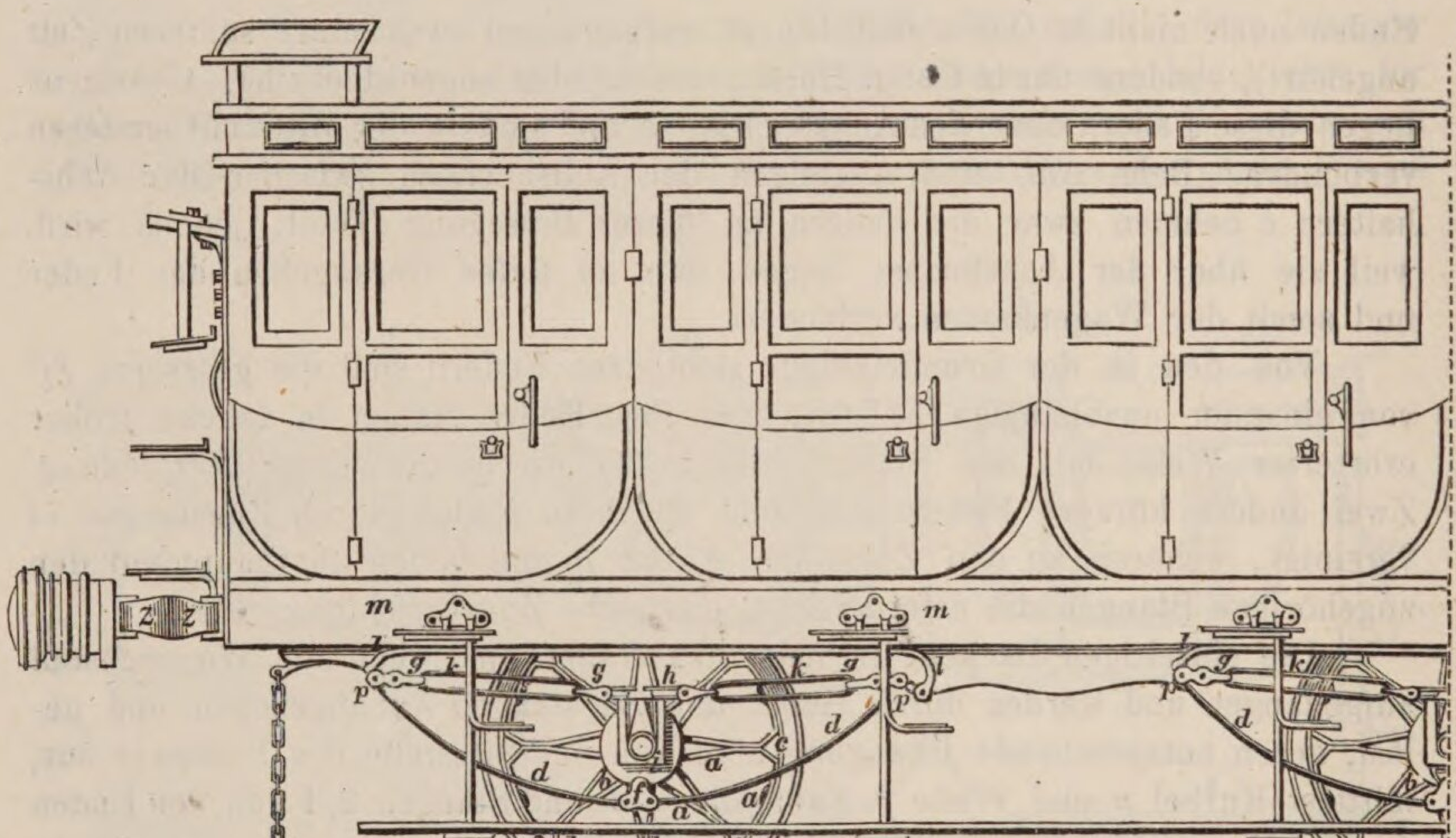
1) Bei Eisenbahnwagen auch C-Federn genannt.

Meinung, wo man sich vielmehr bemühte, das sechsrädrige Wagensystem zur allgemeinen Anwendung zu bringen.

Die Vorzüge sechsrädriger Wagen im Vergleich mit den vierrädrigen suchte man theils in pecuniären Vortheilen, da durch Hinzufügung des dritten Räderpaares der Fassungsraum des Wagens beinahe verdoppelt werden konnte, theils in der (allerdings nicht richtigen) Voraussetzung, dass bei vorkommenden Achs- oder Radbrüchen eine Gefahrverminderung eintreten müsse, indem in einem solchen Falle der sechsrädrige Wagen immer noch auf vier Rädern laufen könne, theils endlich in einer weit sanfteren Bewegung des Wagens, indem die Unebenheiten der Bahn durch die vermehrten Stützpunkte sich besser ausgleichen und deshalb unfühlbar werden müssten [1]).

Einen Personenwagen mit sechs Coupés, wie ihm am Anfange der vierziger Jahre die Wagenbau-Anstalt der Leipzig-Dresdener Eisenbahn-Compagnie für viele deutsche Bahnen lieferte, zeigt Fig. 143, wobei jedoch die Gelegenheit

Fig.



1) Lesenswerth ist ein Aufsatz des Obermaschinenmeisters Wöhler (Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn) in der Eisenbahnzeitung vom 19. December 1847, S. 424, welcher die Ueberschrift trägt: „Beitrag zur Beantwortung der Frage, ob es zweckmässiger ist, vier-, sechs- oder achträdrige Wagen auf Eisenbahnen anzuwenden.“ Der als tüchtiger Eisenbahn-Maschinen-Ingenieur bekannte Verfasser spricht sich gegen sechsrädrige Personenwagen aus und giebt den vierrädrigen oder achträdrigen (amerikanischen) den Vorzug.

benutzt werden mag, auf das hierbei angewandte Rad- und Feder-System etwas näher einzugehen.

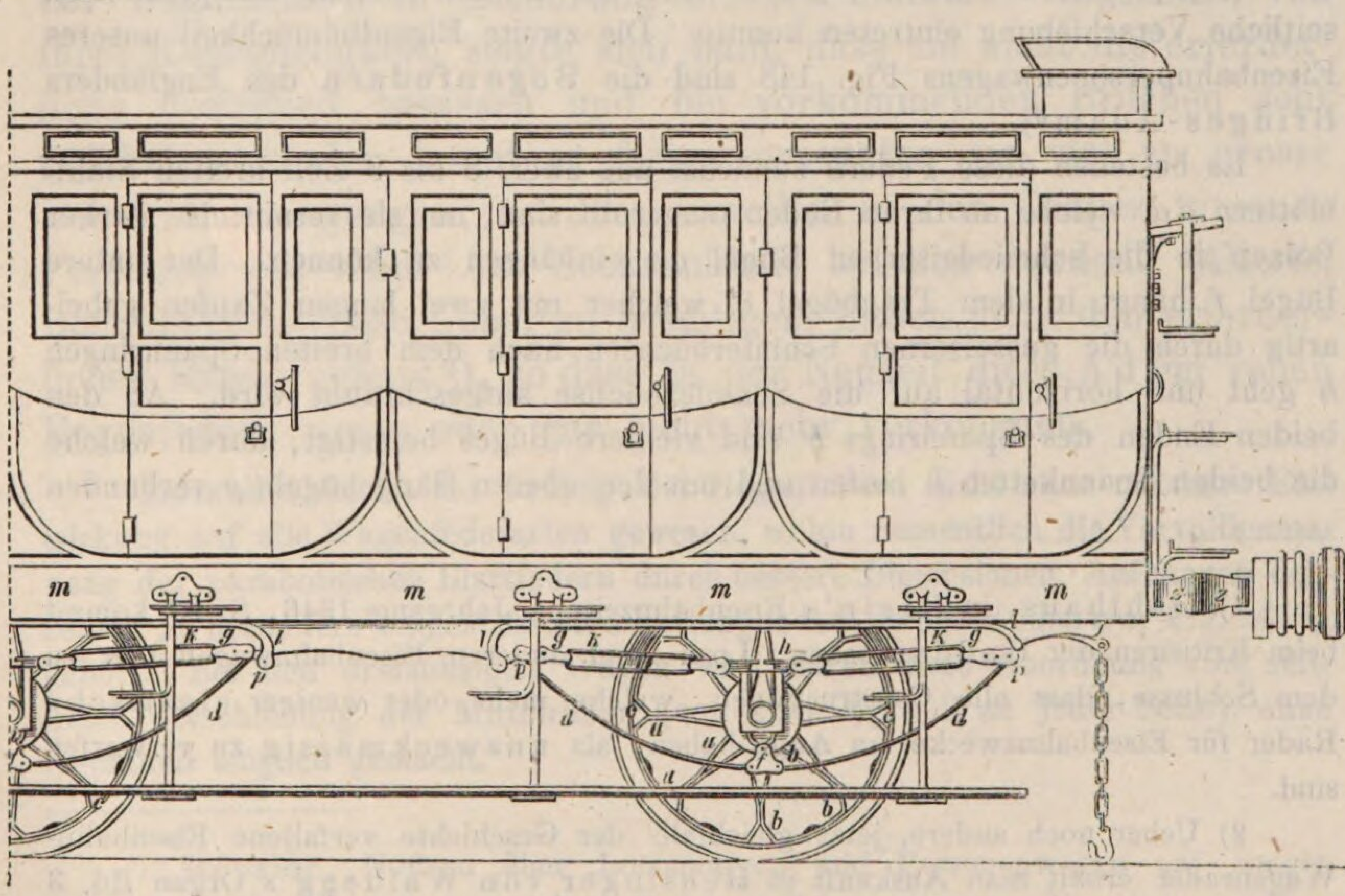
Was zuerst die eigenthümlichen Räder betrifft, welche wie die Losh-Räder, mit Ausnahme der Naben, ganz aus Schmiedeisen bestehen, so sind diese unter dem Namen: „Haddan's Patent-Räder“ [1]) bekannt, wurden aber gleich anfänglich als eine schlechte Modification der Losh-Räder bezeichnet [2]).

Die Speichen bilden hier fünfseitige unregelmässige Polygone *aaa*, *bbb*, deren spitzer Winkel der Nabe zugekehrt und wovon die betreffenden (nach dem Centrum hin verlängerten) Enden mit der Nabe zusammengegossen sind. Haddan selbst setzte die Zahl dieser Polygone, bei den gebräuchlichen Raddurchmessern der Eisenbahnfuhrwerke, auf 8 fest.

Durch diese Construction glaubte Haddan, bei gleichem, oder bei dem möglichst geringen Gewichte, eine erhöhtere Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit, sowie grosse Elasticität, endlich auch eine vortheilhafte Herstellungsweise zu erreichen.

Leider hat sich von allen diesen sogenannten Verbesserungen keine bewährt. Die Speichen behielten vor Allem ihre ursprüngliche Gestalt nicht lange, rundeten sich namentlich an den Stellen

143.



1) Patent Specification 1839, Nr. 8243.

2) Heusinger, Organ, Bd. 3 (1848), S. 154, 160 u. 165. Drei Aufsätze, welche Beschreibung der (damaligen) schmiedeisernen Räder bei Eisenbahnfuhrwerken, deren Fabrikation und gesammelte Erfahrungen über Haltbarkeit, Brauchbarkeit u. s. w. enthalten. Die beiden letztbezeichneten Aufsätze sind mit Abbildungen begleitet.

cc aus und veranlassten dadurch ein Loswerden der Reifen [1]). Durch ein Auskeilen der dreieckigen Oeffnungen bei *cc* mit hartem Holze oder eisernen Keilen konnte man diesem Uebelstande zwar temporär begegnen, jedoch solchen keineswegs gründlich beseitigen.

Ungeachtet solcher Mängel haben Haddan's Räder seiner Zeit in England und selbst auf dem Continente, bei der Paris-Orleans-Bahn, bei der französischen Nordbahn, bei den hannoverschen Bahnen, bei der Berlin-Potsdam-Magdeburger-Bahn etc., eine ziemliche Verbreitung gefunden, verschwinden jedoch in jüngster Zeit immer mehr und gehören eigentlich schon der Geschichte an [2]).

Um bei den Leipziger Wagen den kolossalen äussersten Achsenstand von 21 Fuss ($10^1/_2$ Fuss von Achse zu Achse) beim Durchfahren von Curven weniger nachtheilig zu machen, hatte man die Räder paarweise von einander unabhängig angeordnet und für die Mittelachse den Büchsen in den Achsenhaltern so viel Spielraum gegeben, dass eine der Bahnkrümmung entsprechende, seitliche Verschiebung eintreten konnte. Die zweite Eigenthümlichkeit unseres Eisenbahnpersonenwagens Fig. 143 sind die Bogenfedern des Engländers Bridges-Adam [3]).

Es bestehen diese Federn zunächst aus zwei, 8 bis 9 Zoll breiten Stahlblättern *dd*, welche an ihren Enden umgerollt sind, um sie vermittelst starker Bolzen in die schmiedeisernen Bügel *gg* einhängen zu können. Der untere Bügel *f* hängt in dem Tragbügel *i*, welcher mit zwei langen Zapfen gabelartig durch die gusseisernen Schmierbüchsen nach dem breiten Spannringen *h* geht und horizontal auf die Schmierbüchse aufgeschraubt wird. An den beiden Enden des Spannrings *h* sind kleinere Bügel befestigt, durch welche die beiden Spannketten *k* laufen und mit den oberen Hängebügeln *g* verbunden

1) Dahlhaus, in Klein's Eisenbahnzeitung Jahrgang 1846, S. 97 kommt beim Kritisiren der Haddan'schen, Losh- und anderen Eisenbahnwagenräder zu dem Schlusse, dass alle Constructionen, welche mehr oder weniger elastische Räder für Eisenbahnzwecke im Auge haben, als unzweckmässig zu verwerfen sind.

2) Ueber noch andere, jetzt gleichfalls der Geschichte verfallene Eisenbahn-Wagenräder erhält man Auskunft in Heusinger von Waldegg's Organ Bd. 3 (1848), S. 158 bis 165, woselbst der betreffende Aufsatz die Ueberschrift trägt: „Beschreibung der bei Eisenbahnwagen in Anwendung gekommenen, schmiedeisernen Räder" u. s. w. Seiner Zeit wurden sogar Eisenbahnwagenräder mit hölzernen Speichen und Felgen in Anwendung gebracht. Man sehe hierüber Prof. Schneider's Abhandlung in Heeren u. Karmarsch, Polyt. Mittheilungen, Bd. 2 (1846), S. 85.

3) Patent Specification Nr. 8197 (1839) und 8756 (1840). Reifert in Heusinger's Organ Bd. 2 (1847), S. 10: „Mittheilungen über Adam'sche Bogenfedern."

werden. An der einen Seite der Feder wird der Bügel *g* mit den Tragstützen oder Hängetaschen *ll* (am Gestelllangträger *m*) durch einen Bolzen direct verbunden, während dies auf der anderen Seite, vermittelst eines eisernen Zwischenringes *p* geschieht. Durch diese Längenverbindung der Spannketten-Gelenke wollte man zugleich die Achsen in ihrer parallelen Stellung zu einander erhalten und die Achshalter entbehrlich machen. Auch die Bufferfedern *ZZ* waren von ähnlicher Gestalt wie die Wagenfedern *dd*.

Noch im Jahre 1844 betrachtete man diese Bogenfedern mehrfach als eine der wichtigsten Verbesserungen im Baue der Eisenbahnwagen [1]), welche nicht nur den Vorzug einer ausserordentlich sanften Bewegung der Wagen auf der Bahn gewährten, sondern auch in Folge ihrer Aufhängung die Fähigkeit besässen, Seitenbewegungen anzunehmen und den Rädern gestatteten, Bahnkrümmungen mit grösserer Leichtigkeit folgen zu können.

Leider haben sich alle diese Erwartungen entweder nur theilweise oder gar nicht bestätigt, vielmehr hat man allerlei Uebel der Bogenfedern in Erfahrung bringen müssen. Abgesehen von ihrer Kostspieligkeit, zeigte sich bald, dass sie nicht die erforderliche Festigkeit besassen und bei vorkommenden Brüchen sehr gefährlich werden konnten; ferner erzeugten sie viel zu grosse Verticalschwingungen, so dass zuweilen in den Coupés sitzende Personen von einer Art Seekrankheit befallen wurden. Allerlei Bemühungen, diese Uebel zu beseitigen, haben nicht den erforderlichen Erfolg gehabt [2]), so dass in der Neuzeit diese Adam'schen Bogenfedern wenig oder gar nicht mehr vorkommen.

Trotz alledem ist das Princip der Bogenfedern nicht ohne nutzbare Einwirkung auf alle Wagenfederarten gewesen, wohin namentlich die Vervollkommnung der parabolischen Blattfedern durch bessere Dimensionen, Aufhängen derselben in besonders eingeschalteten Kettengliedern an den Enden *a a*, Fig. 144 [3]), gehört. Bei den dreiachsigen Wagen wird durch diese Anordnung eine seitliche Verschiebung der Mittelräder (von etwa $^3/_4$ Zoll an jeder Seite) ohne Nachtheil möglich gemacht.

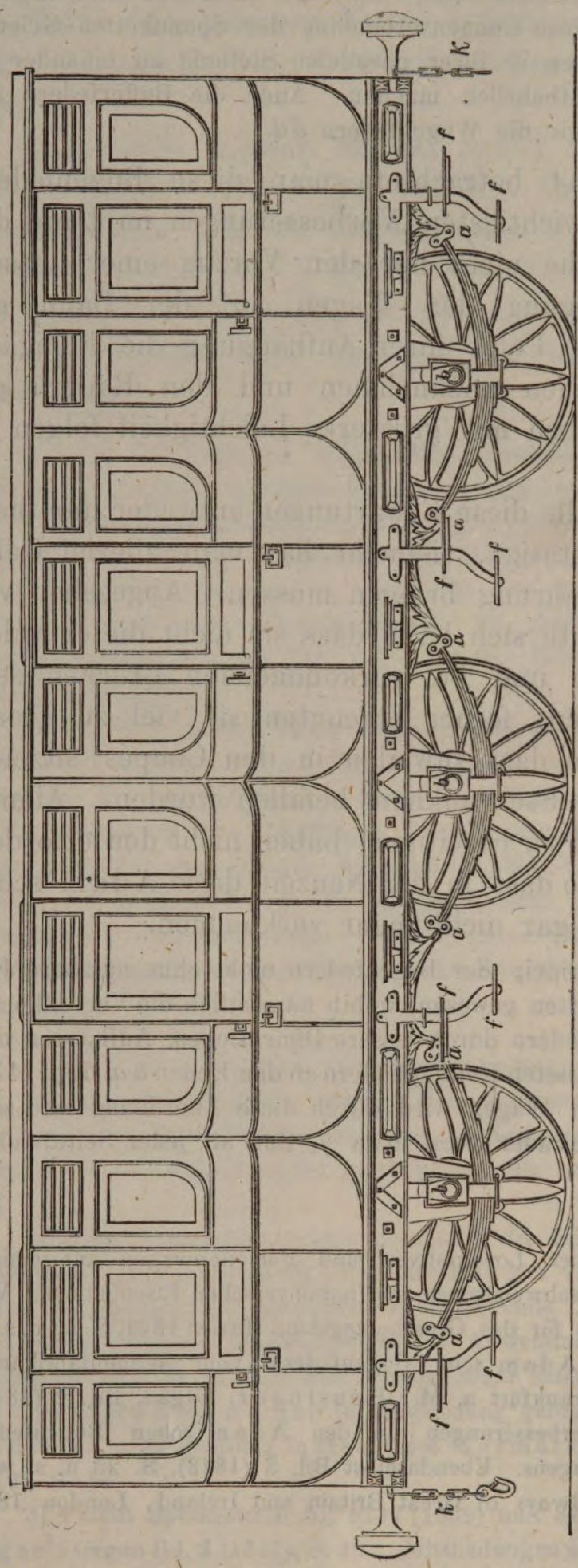
1) Rössler, Notizen über Locomotiven und Personenwagen auf einigen sächsischen, preussischen, braunschweigischen und hannoverschen Eisenbahnen. Verhandlungen des Gewerbevereins für das Grossherzogthum Hessen 1844, S. 86 u. s. w.

2) Mittheilungen über Adam'sche Bogenfedern vom Wagenfabrikanten Reifert in Bockenheim bei Frankfurt a. M.: Heusinger, Organ, Bd. 2 (1847), S. 19 bis 27. Erhardt, Verbesserungen an den Adam'schen Bogenfedern zur Verhinderung ihres Zerspringens. Ebendaselbst Bd. 3 (1848), S. 23 u. s. w.

3) Whishaw, The Railways of Great Britain and Ireland, London 1842, p. 153 u. 10.

In Bezug auf Fig. 144 ist noch auf den Umstand aufmerksam zu machen, dass die Federn unter den Achsbüchsen *bb* und nicht, wie bei den S. 162 bis 171 besprochenen Wagen, darüber liegen und an letzteren aufgehangen sind. Hierdurch will man bei gleicher Radhöhe die Wagenkasten niedriger bringen und das Einsteigen (ohne Perron) erleichtern, wodurch freilich andererseits der Uebelstand herbeigeführt wird, dass die Radscheitel durch die Coupé-Fussböden treten, was für die in den Wagen sitzenden Personen zuweilen recht unangenehm werden kann. Als tadelnswerth bei den citirten Wagen (der Great-Western-Bahn zur Zeit ihrer Eröffnung 1840 angehörig) muss ferner noch der Mangel durchgehender Trittbretter (statt der hier vorhandenen Einzel-Tritte *ff*) bezeichnet werden, da letztere sowohl unbequem für das Zugbedienungspersonal sind, als gefährlich für die einsteigenden Personen werden können.

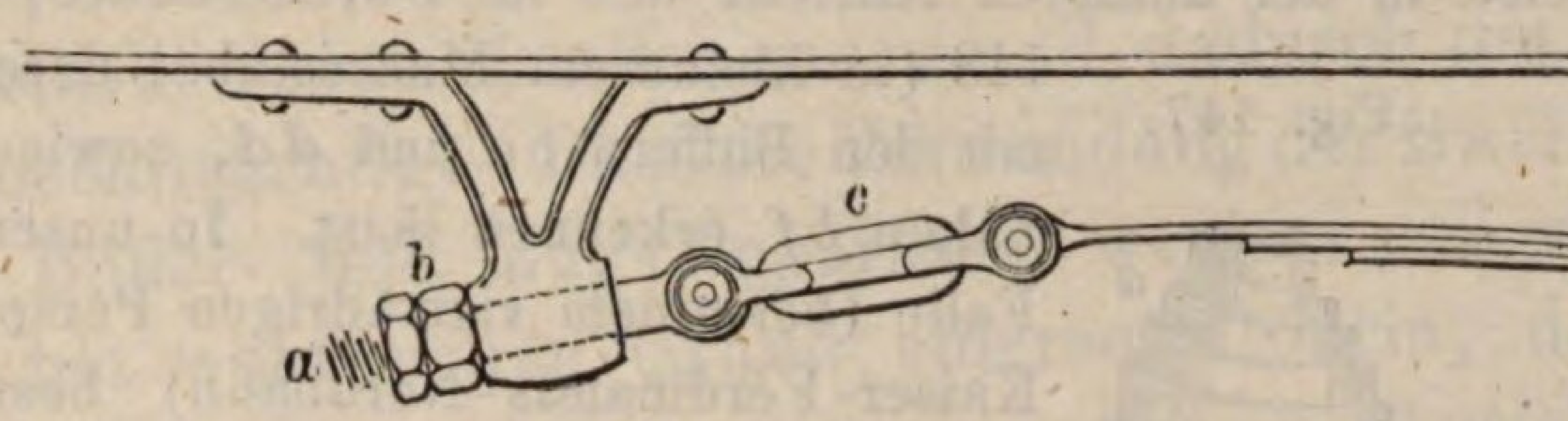
Fig. 144.



Noch mehr vervollkommnet wurde später das Aufhängen der Wagen dadurch, dass man die Enden der Federn mit Stellschrauben *a* und Gegenmuttern *b* unter Einschaltung des bereits erwähnten Gehänggliedes *cc* in Verbindung brachte, wie dies Fig. 145 zeigt, wodurch man in den Stand gesetzt wurde, der wichtigen Regel zu entsprechen, dass bei dreiachsigen Personenwagen die mittlere Tragfeder an

jeder Seite biegsamer sein muss und deshalb nicht so stark angespannt und belastet werden darf als die Federn der beiden Endachsen [1]).

Fig. 145.



Nach Wissen des Verfassers fing man gegen Ende der vierziger Jahre an sogenannte Schneckenfedern (Spiralfedern mit rechteckigem Blattquerschnitt) und zwar vorzugsweise zu Stoss- und Zugfedern, bei den Buffern und Zughaken zu verwenden [2]). In Deutschland sind derartige Federn unter dem Namen

1) Aus welcher Zeit die Aufhängung der Tragfedern mit stellbaren Enden stammt, hat der Verfasser nicht genau ermitteln können. Abbildungen finden sich erst gegen das Ende der vierziger Jahre. Beispielsweise im zweiten Bande (1847) des Heusinger'schen Organs, S. 151. Man sehe deshalb auch die (1848 geschriebene) Abhandlung des Herrn v. Weber, Ueber die Personenwagen der Chemnitz-Risaer Eisenbahn, in Bornemann's Civil-Ingenieur, Bd. 2 (1850), S. 129 u. s. w. Construction von Federtaschen zum Aufhängen der Blattfedern u. s. w. und in Bornemann's Zeitschrift, der Ingenieur, Bd. 2, S. 129. An letzterer Stelle, bei v. Weber's Besprechung der Personenwagen der Chemnitz-Riesaer Eisenbahn, wobei die Jahreszahl 1848 (14. Juli) beigesetzt ist. v. Weber schaltete zwischen den Federenden und den Stellschrauben ein Kettenglied ein, liess auch die Achsgabeln weg und rühmt die stätigen, angenehmen und sanften Oscillationen der Wagenkasten u. s. w. Eine später vom französischen Eisenbahn-Ingenieur Lechatelier veröffentlichte Arbeit belehrt über die verschiedenen bis 1850 zur Anwendung gekommenen Tragfedern der Eisenbahnfuhrwerke eben so rationell wie ausführlich. Dieselbe findet sich abgedruckt in dem Bulletin de la société d'encouragement 1850, p. 592. In Deutschland hat sich um die Theorie der Schneckenfedern Professor Reuleaux sehr verdient gemacht. Man sehe hierüber dessen Abhandlung: Ueber die Festigkeit und Elasticität einiger Federarten, in der Schweizerischen polytechnischen Zeitschrift Bd. 2 (1857), S. 64 u. 73.

2) W. A. Adams bei Gelegenheit eines Vortrags (am 23. Januar 1850) in der Versammlung der Institution of Mechanical Engineers (Birmingham), wobei er ausführlich die bis dahin bei Eisenbahnfahrzeugen angewandten Trag-Buffer- und Zugfedern erörtert, gedenkt nur (a. a. O. p. 29) Brown's Conical-Spiral-Spring-Buffer aus $^5/_8$ Zoll dickem Stahldrahte, ohne solche aus Stahlblättern mit rechteckigem Querschnitte auch nur zu erwähnen. Adams' Abhandlung findet sich auch ins Deutsche übertragen im polyt. Centralblatte, Jahrgang 1850, S. 1239.

Baillie-Federn [1]) bekannt und wurden als solche wahrscheinlich zuerst bei der österr. Kaiser-Ferdinands-Nordbahn eingeführt [2]).

Fig. 146 und 147 zeigen (in $^1/_8$ wirklicher Grösse) Baillie-Federn, beziehungsweise in der äusseren Ansicht und im Durchschnitte, während Fig. 148 (in kleinerem Maassstabe) deren Verbindung mit den Buffern *cc* und *dd*, sowie mit den Zughaken *bf* erkennen lässt. In unserem speciellen Falle (bei einem vierrädrigen Personenwagen der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn) bestand die spiralförmig gewundene Federplatte *aa* aus Stahlblech von 5 Zoll Breite und $^3/_8$ Zoll Dicke, war lose über die Stange der Buffer *c* und *d*, sowie über die des Zughakens *f* geschoben und am Ende dieser Stangen durch flache Schliessen an den betreffenden Stellen gehalten [3]).

Fig. 146.

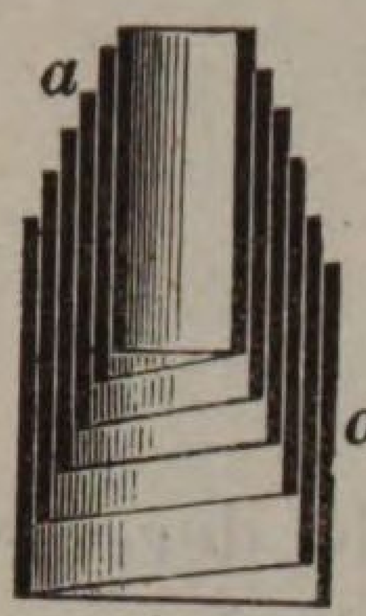


Fig. 147.

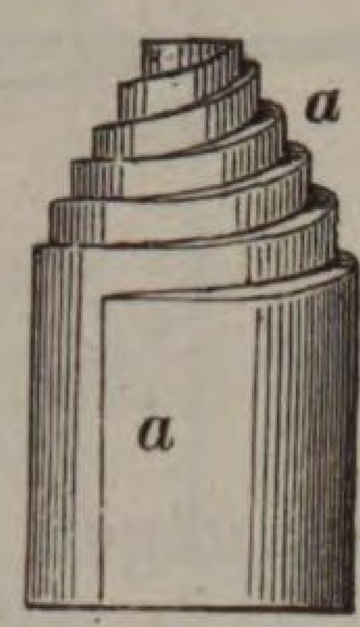
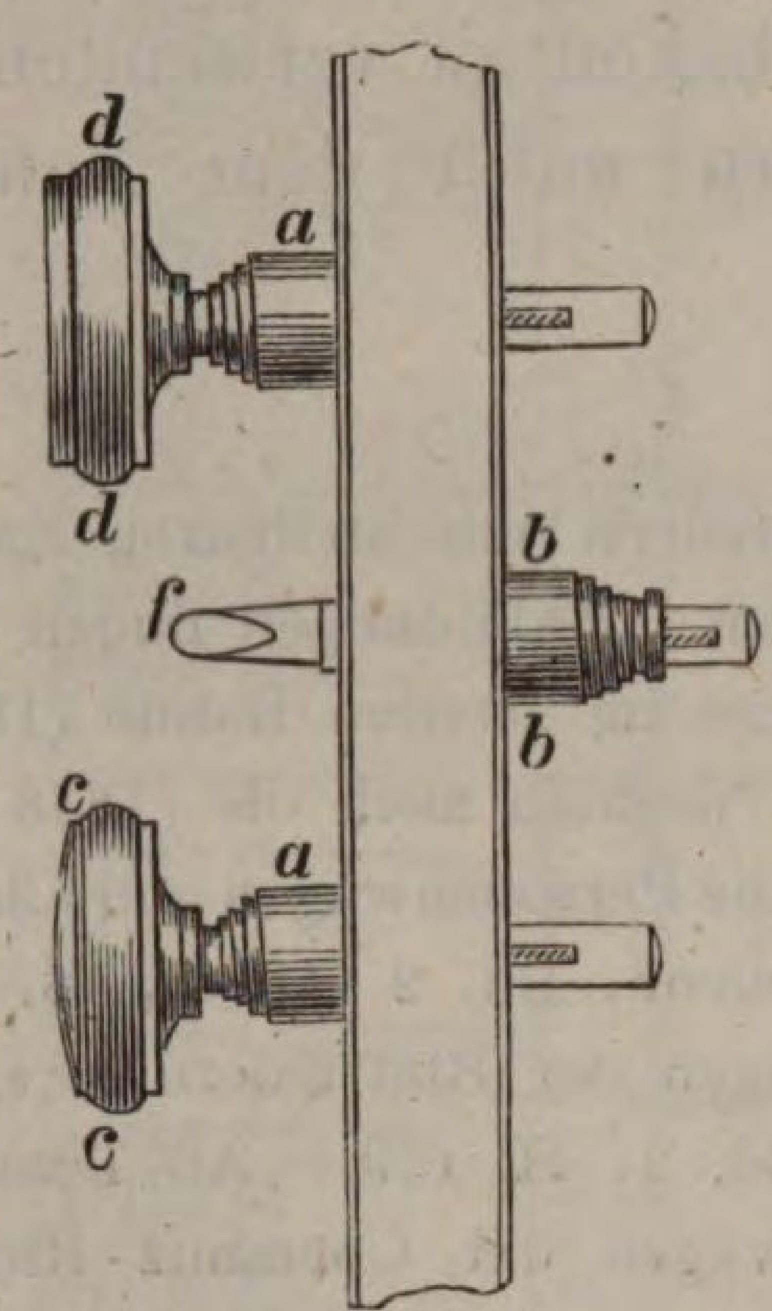


Fig. 148.



Ausdrücklich hervorgehoben wird in unserer Quelle, dass sich derartige Federn durch grosse Leichtigkeit und Widerstandsfähigkeit, sowie durch schönes Spiel auszeichnen, abgesehen davon, dass ihre Herstellung als einfach und wohlfeil bezeichnet wird.

Nach glaubwürdigen Angaben [4]) waren bereits 1850 Baillie'sche Federn bei der Wien-Gloggnitzer, und bei der Ferdinands-Nordbahn an 268 Personen- und Güterwagen und bei der ungarischen Centraleisenbahn an 209 Güter- und Personenwagen, theils als Buffer und Zugfedern, theils als Tragfedern vorhanden, und hatten die meisten nach zweijährigem Gebrauche nicht die mindesten Reparaturen erfordert, überhaupt sich ausserordentlich gut bewährt.

1) Der k. k. österr. Eisenbahninspector Baillie erhielt auf die Schneckenfedern mit rechteckigem Blattquerschnitt im Anfange der vierziger Jahre ein Patent für den Umfang des österreichischen Staates.

2) Heusinger, Organ, Bd. 5 (1850), S. 42 und polyt. Centralblatt Jahrgang 1850, S. 1238.

3) Heusinger's Organ a. a. O., S. 45.

4) Schlarbaum, Ueber Baillie's Patent-Schneckenfedern für Eisenbahnwagen, Dingler's polyt. Journ. Bd. 116, S. 86, sowie im Polyt. Centralblatte, Jahrgang 1850, S. 1298, endlich auch Heusinger's Organ Bd. 5 (1850), S. 130.

Ein Hauptvorzug der Baillie'schen Federn vor den gewöhnlichen Blattfedern ist unstreitig ihre geringe Raumerforderniss, was jedoch minder der Fall ist, wenn man sie (wie vorher erwähnt) als Tragfedern in Anwendung bringt, wozu man übrigens wenigstens zwei derselben (vertical gestellt) symmetrisch zu beiden Seiten der Achsbüchse aufstellen muss und dadurch die gerühmte Einfachheit beeinträchtigt. Dass die Verwendung der Baillie'schen Federn zu Buffer- uud Zug-Apparaten weniger allgemein geworden ist, hat wohl seinen Grund einerseits darin, dass sie in der Regel, bei ihrem verhältnissmässig geringen Gewichte, auch eine entsprechend geringe mechanische widerstehende Arbeit leisten, ferner wenig Weg haben, wenn ihre widerstehende Kraft gross genommen wird, und letzterem gemäss bei sehr starken Stössen oder bei heftigen Zügen leicht aufsitzen, d. h., der Construction zufolge, bei einer bestimmt begrenzten Zusammendrückung ihre Federwirkung ganz verlieren; andererseits liegt vielleicht die beschränkte Verwendung in der Concurrenz, welche in derselben Zeit die Benutzung des vulcanisirten Kautschuks (Gummi's) zu verursachen begonnen hatte, wobei zugleich das erwähnte Aufsitzen nicht stattfindet [1]).

Auf die specielle Anordnung der Gummi-Buffer und Gummi-Zugvorrichtungen kommen wir später, beim Besprechen der Eisenbahnfuhrwerke der Gegenwart, zurück.

In Bezug vorstehender Fig. 148 ist noch auf den Umstand aufmerksam zu machen, dass von den beiden aufgeschraubten Holzscheiben als Stossempfänger die eine *c* an der Stossfläche abgerundet, die andere *d* aber völlig eben gearbeitet ist. Wechselt man nun bei den nächstfolgenden oder vorhergehenden Wagen mit diesen Stossflächen, so trifft nur immer eine runde Fläche mit einer ebenen zusammen. Hierdurch wird der Uebelstand beseitigt, dass, wenn zwei runde Buffer auf einander stossen, dies namentlich in der Curve, fast niemals central geschieht und dadurch eine Seitenpressung verursacht wird.

Schliesslich werde noch auf einen nicht unwichtigen, bisher

1) Eisenbahnwagen-Buffer aus vulcanisirtem Kautschuk dürften zuerst in England und zwar in den Jahren 1847 oder 1848 in Gebrauch gekommen sein, da mindestens bei Gelegenheit des S. 177 (Note) erwähnten Adams'schen Vortrages am 23. Januar 1850 in der Versammlung der Inst. of Mechanical Engineers (a. a. O. p. 30) die Bemerkung gemacht wurde, dass zu dieser Zeit ein Herr De Bergue bereits über 100000 Gummiringe für Buffer und Zughakenkissen abgeliefert habe, und mehrere derselben zwei bis drei Jahr benutzt worden wären. Die betreffende, auf Charles de Bergue ausgestellte, Patent-Specification, Nr. 11815, datirt vom Jahre 1847. Eine Abbildung von De Bergue's „India-Rubber-Buffer" enthält unsere Quelle (Plate 7, Fig. 13) mit dem Datum 24. April 1850.

unerörtert gelassenen Mechanismus, nämlich auf die sogenannte Patent-Kuppelkette aufmerksam gemacht, womit man bereits Ende der dreissiger Jahre[1]) je zwei zusammengehörige Wagen desselben Zuges in Verbindung setzte.

Wie Fig. 149 erkennen lässt, besteht diese Kupplung aus zwei länglichen Gehängen oder Bügeln (Kettengliedern) *aa*, die zwischen ihren Enden um Zapfen drehbare Muttern *bb* fassen und zu welchen eine und dieselbe Schraubenspindel *cd*, jedoch mit beziehungsweise rechtem und linkem Gewinde

Fig. 149.

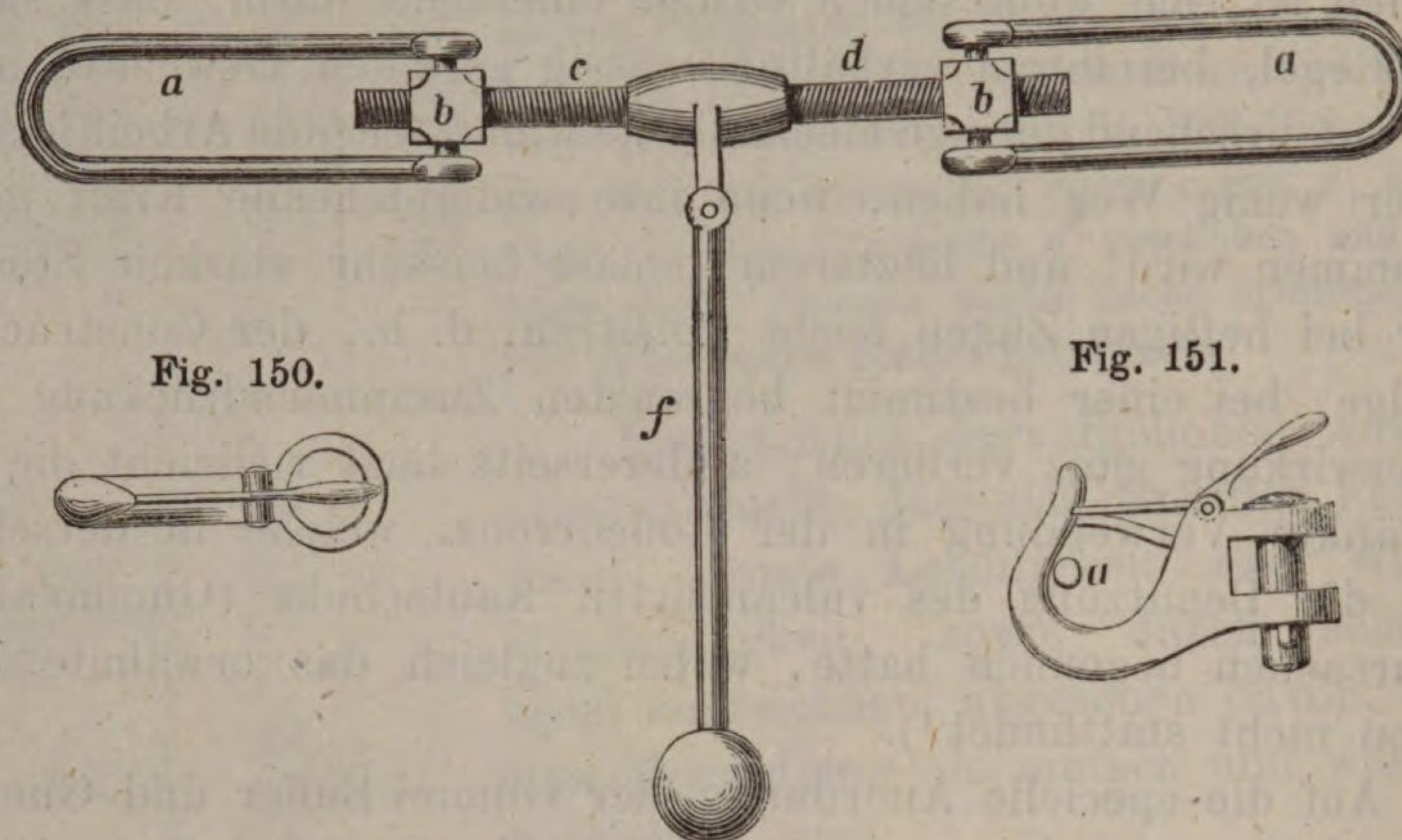


Fig. 150.

Fig. 151.

gehört. Mittelst eines Hebels *f*, der durch das Gewicht einer Kugel zum Herabhängen nach unten gezwungen wird, lässt sich die Schraubenspindel entsprechend drehen und damit diejenige Entfernung beider Kettenbügel *aa* erzeugen, welche nach Einhängen der letzteren, zwischen je zwei der zusammengehörigen Wagen eines Zuges, vorhanden sein muss. Die Gestalt der Haken an jedem der Wagen, zum Einhängen der Kupplung, erhellt aus den Figuren 150 und 151. Für den Fall eines Bruches oder Risses dieser Kupplung sind sogenannte Nothketten (*k* Fig. 144) vorhanden, welche im ordnungsmässigen Zustande der Wagenverbindung schlaff herabhängen, jedoch im gedachten Falle der Noth in Anspruch genommen werden.

Unter den mancherlei Vorschlägen zur Verbesserung dieser Schraubenkupplung, die bis zu Anfang der fünfziger Jahre gemacht wurden, verdient allermeist die des Engländers Wright hervorgehoben zu werden[2]). Es besteht dieselbe darin, zwischen den beiden Gehängebügeln eine starke cylindrische Spiralfeder in geeigneter Weise einzuschalten, welche bei allen gewöhnlichen Kupplungen angebracht werden kann und wodurch ganz besonders die zuweilen höchst unangenehmen und nachtheiligen Stösse vermindert werden können, welche bei der Abfahrt oder beim Anhalten eines Zuges (leider noch jetzt oft genug) das fahrende Publicum belästigen.

1) Perdonnet et Polonceau, Portefeuille, Paris 1843 bis 1846.

2) Heusinger, Organ Bd. 4 (1849), S. 114, Taf. 16.

§. 14.

Fortsetzung.

Bremsen.

Zu den im Vorstehenden nur vorübergehend gedachten Organen der Eisenbahnfuhrwerke, welchen eine bestimmte Wichtigkeit gebührt und demgemäss eine hervorragende Stellung in der Geschichte nicht abgesprochen werden kann, gehören die Bremsen, d. h. diejenigen Mechanismen, durch welche die Geschwindigkeit eines Eisenbahnzuges regulirt oder dessen ganze Bewegung vernichtet werden soll.

Nachdem die bereits Seite 159 (Fig. 131 und 133) besprochenen einfachen Hebelanordnungen zum Anziehen und Lösen der gegen die Radumfänge wirkenden Bremsen sich zu wenig effectvoll gezeigt und die mit Kurbel und zwischengeschalteten Zahnrädern (Seite 170, Fig. 141 und 142) sich als zerbrechlich herausgestellt hatten, gelangte man bereits gegen das Ende der dreissiger Jahre zu der aus Schraube und Kniehebel combinirten Construction, Fig. 152 und 153, welche, der Hauptsache nach, bis heute noch die am meisten verbreitete ist[1]. Die Anordnung dieser Bremse ist folgende:

An den Langträgern des Wagenkastens hat man die etwas gekrümmten eisernen Gehänge *aa* befestigt, an welche unten bei *bb* die hölzernen Bremsbacken *cc* angeschraubt sind. Letztere bilden hiernach Pendel, deren Aufhängepunkte sich in *a* befinden. Auf der Rückseite der Eisen *bb* und in der Mitte der Bremsbackenlänge sind Oesen *d* aufgeschweisst, welche mit den Druckstangen *de* in Verbindung stehen, die bei *e* ein Knie bilden und hier in Gemeinschaft mit der verticalen Zugstange *f* durch einen Bolzen vereinigt sind.

Das obere Ende dieser Stange *f* steht durch ein Gelenk mit dem Bügel *g* in Verbindung, dessen oberer Theil (die Kappe) *h* eine Mutter ist, zu welcher die flachgängige Schraube *i* gehört.

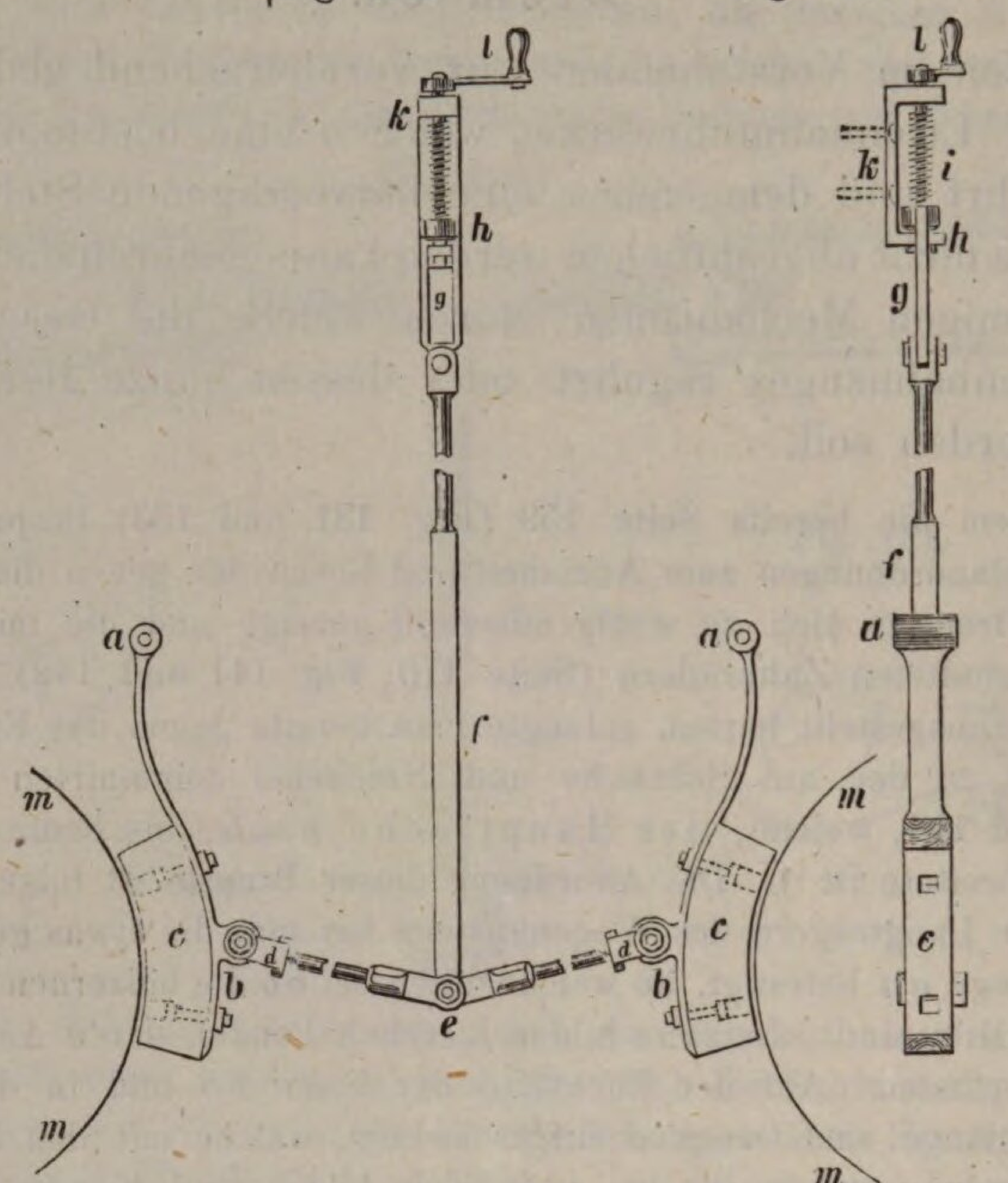
Die Schraube *i* ist in einer Art Zwinge *k* von Schmiedeisen (gewöhnlich nahe dem Wagenverdeck, wie aus Fig. 153 erhellt) befestigt und enthält über derselben die bekannte Kurbel *l*, mittelst welcher der Druck des Bremsers auf die Backen *cc* in geeigneter Weise übergetragen werden kann.

Bei derartigen Bremsen entsteht offenbar ein Bestreben, die Räder von einander zu entfernen und folglich den Parallelismus der Achsen nachtheilig zu ändern. Man war daher zeitig bemüht, die Construction so anzuordnen, dass an jeder Radseite ein Brems-

1) Armengaud, L'Industrie des chemins de fer, Paris 1839, p. 137, Pl. 37. Ferner: Hülsse's Allgemeine Maschinen-Encyklopädie, der von Schwammkrug in Freiburg verfasste, und mit vielen praktischen Beispielen und Berechnungen begleitete Artikel „Brems", Bd. 2, S. 541.

backen zur Wirkung kam, oder jedes Rad gleichzeitig von zwei Seiten gebremst wurde. Nach Wissen des Verfassers haben derartige Bremsen zuerst Sharp und Roberts in Manchester bei

Fig. 152. Fig. 153.



ihren Tendern (Munitionswagen der Locomotiven) [1]) in Anwendung gebracht.

Um Verbesserung dieser Bremsen haben sich unter Anderm in Deutschland (1848) von Weber [2]) und (1849) Heusinger von Waldegg verdient gemacht. Ersterer hing die Bremsklötze nicht an den Wagen, sondern an den Achsbüchsen auf [3]), wodurch er sowohl das zangenartige Umschliessen der

1) Leblanc, Recueil etc., 3. Part., Pl. 35. In Armengaud's Werke, L'Industrie des chemins de fer, welches 1839 erschien, finden sich in den Abbildungen nur einseitig wirkende Bremsen. Perdonnet in seinem Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 2, p. 624, bezeichnet diese Bremsen als „die alten der Paris-Versailler Bahn" (linkes Ufer).

2) Bornemann's Zeitschrift „Der Ingenieur", Bd. 2 (1850), S. 129.

3) In Frankreich sind Bremsen mit an den Achsbüchsen aufgehangenen Klötzen, namentlich an der Orleansbahn, der Westbahn u. A. allgemein in Anwendung gekommen. Perdonnet in seinem Traité élémentaire etc. berichtet hierüber Tome 2, p. 622 und fügt den Beschreibungen auch Abbildungen bei.

Räder durch die Klötze und das damit zusammenhängende Paralysiren des Federspieles, als auch die Erschütterungen beim Bremsen verhindern wollte.

Heusinger[1]) hing die Bremsklötze in der Mitte um einen Bolzen beweglich auf, um dadurch ein vollkommeneres Anlegen der Backen bei jeder Belastung herbeizuführen, auch vereinfachte er die Bewegungsmechanismen und suchte eine schnelle und kräftige Wirkung herbeizuführen.

In England machten sich unter Anderm schon (1842) Lee[2]) und (1847) Adam's[3]) um die Verbesserung der Eisenbahnfuhrwerk-Bremsen verdient.

Lee wollte den Hauptfehler der damaligen Bremsen, nämlich die verhältnissmässig zu geringe Reibungsfläche und deren Folge, d. i. ein starkes Abnutzen der Radbandagen, beseitigen und construirte demgemäss eine Bremse, welche nicht allein gegen den Umfang der Räder, sondern auch gleichzeitig gegen die Bahnschienen wirkte. Seiner Zeit wurde diese Bremse sehr gelobt (!)[4]).

Adams bemühte sich, die Backenbremsen gänzlich durch zwischen den Rädern aufgehangene Schlitten zu ersetzen, um dadurch namentlich die grosse Abnutzung der Radbandagen zu beseitigen.

Schlittenbremsen führen aber so wesentliche Nachtheile mit sich, dass deren Verwendung nirgends eine allgemeine geworden ist. Einerseits werden durch das Pressen der Holzkufen gegen die Bahnschienenköpfe die Räder mehr oder weniger gehoben und damit das Aus-dem-Gleise-Kommen der Wagen befördert; andererseits wird ihr Gebrauch durch die bei den Bahnen unvermeidlichen Weichen sehr beschränkt. Ausnahmen in letzterer Beziehung machen zuweilen (gerade) Bahnstrecken von ungewöhnlicher Steigung, wobei man lediglich für die Stellen der schiefen Ebenen Schlittenbremsen in Anwendung bringt. Bemerkenswerthe derartige Beispiele waren seiner Zeit die schiefen Ebenen bei Aachen und Lüttich, wo man Schlitten-

1) Organ, Bd. 4 (1849), S. 96.

2) Eisenbahnzeitung vom 22. März 1846, S. 103.

3) Institution of Mechanical Engineers, Proceedings 1852, p. 21. Auch Lee's Bremse wird hier (p. 21) erwähnt und deren Einführung mit der Jahreszahl 1842 bezeichnet.

4) Eisenbahnzeitung a. a. O. S. 104.

bremsen zur Mässigung der Geschwindigkeit herabfahrender Eisenbahnzüge benutzte und zum Theil noch benutzt. Man bedient sich hierzu besonderer Bremswagen, nach Laignel's System[1]), welche den Haupttheilen nach so angeordnet sind, wie die Fig. 154 und 155 erkennen lassen.

Die Schleife oder den Schlitten *b* bildet ein Stück Holz von 1,2 Meter Länge, 0,12 Meter Breite und 0,27 Meter Höhe, dessen untere Fläche mit

Fig. 154.

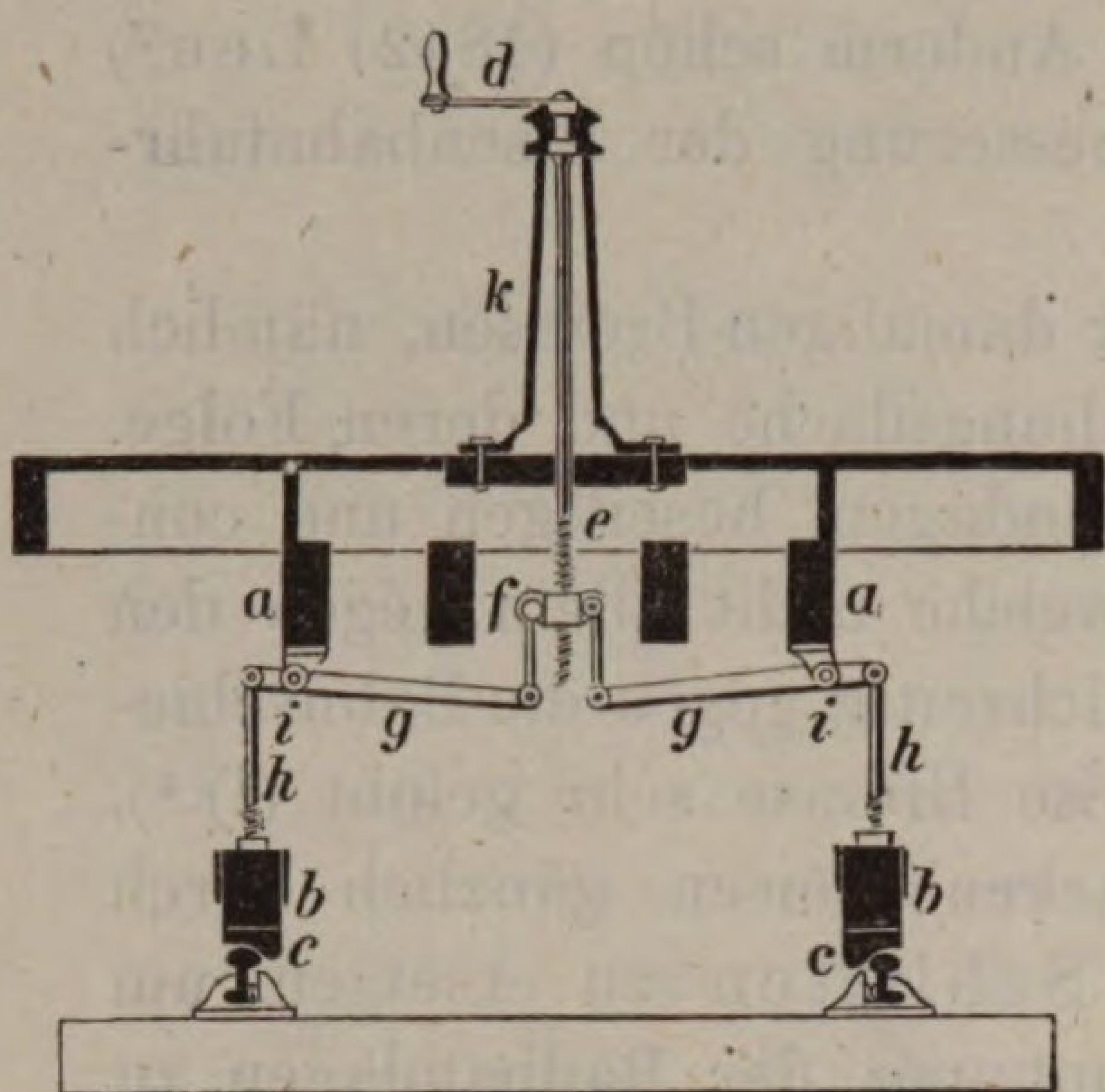
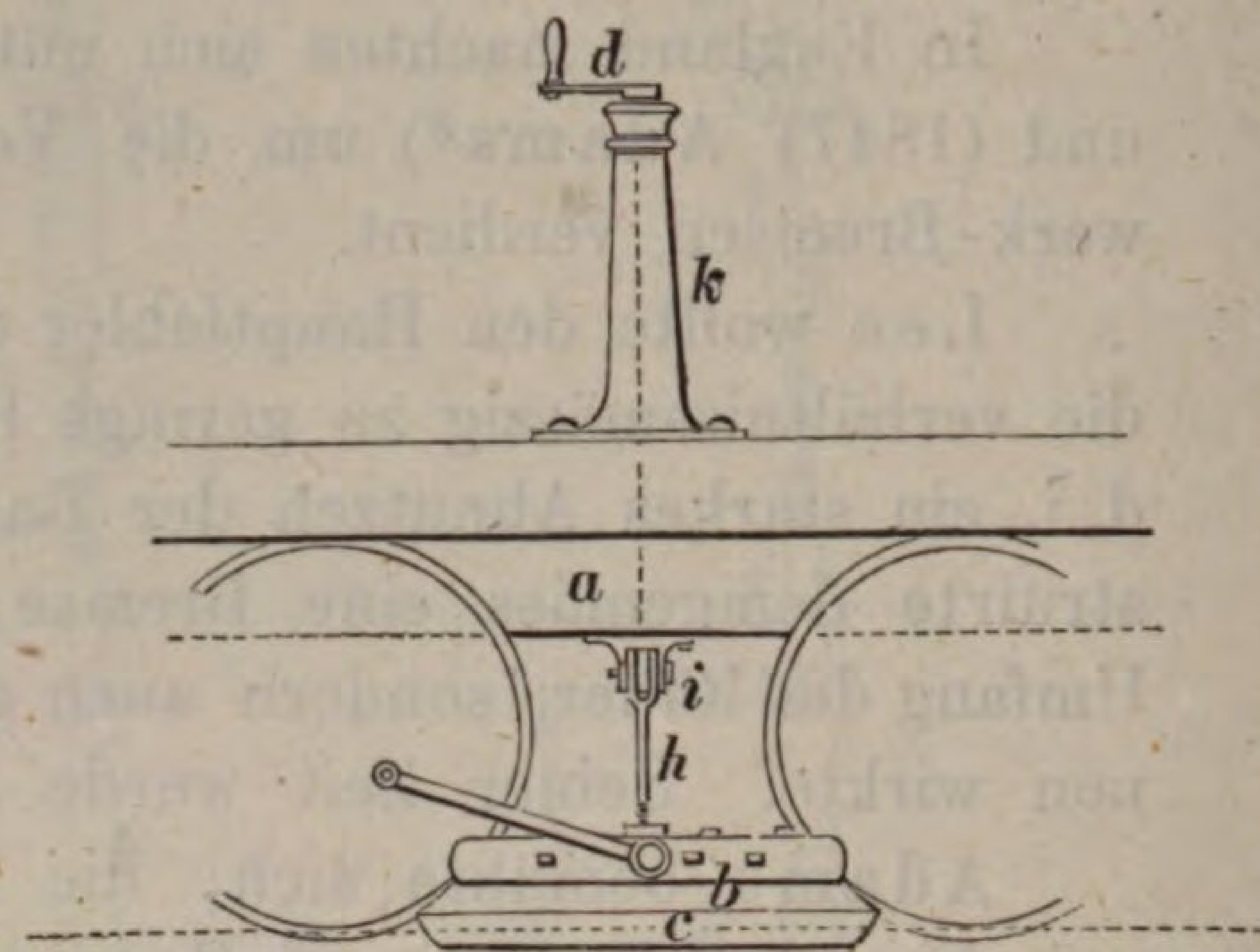


Fig. 155.



Eisen *c* beschlagen, wovon der verticale Querschnitt dem einer Radbandage gleich kommt.

Die Bremsschlitten hängen an Rundeisenstangen *h*, und diese wieder an ungleicharmigen Hebeln *gi*, deren Enden mit einer beweglichen Mutter *f* in Verbindung gebracht sind. Zu dieser Mutter gehört die Schraube *e*, welche von einer Kurbel *d* in Umdrehung versetzt werden kann, während man gleichzeitig die fortschreitende Bewegung der Spindel *e* durch geeignete Lagerung derselben im Kopfe der hohlen Säule *k* verhindert.

Ein ganzer Bremswagen, mit der beschriebenen Construction ausgestattet, wiegt, an der Lütticher schiefen Ebene, 8000 Kilogramm, wobei er 6 Meter lang ist. Anfänglich wendete man vierrädrige Bremswagen an, die man jedoch bald durch sechsrädrige (mit vier Bremsschlitten) ersetzte, weil sich erstere, wenn sie auf ihren zwei Schlittenkufen ruhten, nicht stabil genug zeigten.

Schnellwirkende Schlittenbremsen, ohne jede Schraubenbewegung, von Didier hat man später bei den Güterwagen der französischen Nordbahn einzuführen gesucht[2]), wahrscheinlich aber auch

1) Bulletin de la société d'encouragement, 46e année (1847), p. 404, Pl. 1034 und Heusinger's Organ Bd. 3 (1848), S. 52.

2) Bulletin de la société d'encouragement 1860, p. 269 und daraus Polytechnisches Centralblatt Jahrgang 1860, S. 1225. (In beiden Quellen mit Abbildungen.)

ohne besonderen Erfolg, da auch bei diesen die bereits oben gerügten Uebel derartiger Bremsen nicht beseitigt waren.

Schnellwirkende Radbackenbremsen, wobei ein auszulösendes Gegengewicht die rasche Thätigkeit herbeiführt und der Bremser höchstens nur eine Umdrehung an der Handkurbel zu machen hat, scheinen wiederholt für die französische Nordbahn von deren Ober-Ingenieur Bricogne[1]) und zwar in mehreren Varietäten construirt worden zu sein. Allgemeinere Verwendungen dieser Bremsen sind dem Verfasser ebenfalls nicht bekannt.

Radbremsen mit Gegengewichten als wirkende Kraft, hat bereits seit April 1847 der Maschinenmeister Exter[2]) bei der bayerischen Südbahn in Anwendung gebracht. Dabei ist zugleich eine solche Anordnung getroffen, dass ein gleichzeitiges Anziehen und Lösen sämmtlicher Bremsen eines und desselben Wagenzuges erreicht wird.

Im Wesentlichen besteht der Exter'sche Bremsmechanismus in der einfachen Combination der gewöhnlichen Rad-Hebelbremsen mit Rollen- oder Flaschenzügen. Die an den Wagen angebrachten Bremshebel sind nämlich an ihrem, bis über das Wagendach ragenden Ende mit Rollen, und die Wagen selbst mit anderen horizontal auf dem Dache angebrachten Rollen versehen. Ueber beide Rollenarten ist ein Seil oder eine Kette geschlungen, wovon man das eine Ende am Wagendache befestigt hat, während sich das andere Ende auf einer horizontal auf demselben Dache gelagerten (in Zapfen drehbaren) Welle aufwickelt, sobald ein an dieser Welle mittelst Schnur aufgehangenes Gewicht seine Wirkung bethätigen kann. Die durch letzteres Gewicht dem Seile oder der Kette mitgetheilte Spannung wirkt auf sämmtliche Bremshebel gleichzeitig, verhältnissmässig rasch und mit einer durch den Rollenzug vervielfachten Kraft. Obgleich sich gegen diese Anordnung mancherlei Einwendungen machen lassen, ist sie jedoch noch auf den meisten bayerischen Eisenbahnen und besonders bei den Wagen in Anwendung, welche die Neumarkter Rampe (Nürnberg-Hofer Eisenbahn) mit dem Steigungsverhältniss $1/_{40}$ befahren.

Gleiche Zwecke wie Exter verfolgte, von 1853 ab, der englische Ingenieur James Newall in Bury[3]), der horizontal liegende in Röhren auf den Wagendächern fortlaufende Wellen anordnete, die durch Hook'sche Gelenke mit einander elastisch verkuppelt waren. An den Enden einer oder mehrer dieser Wellen sassen kleine Zahngetriebe, die in grössere Zahnräder fassten,

1) Perdonnet, Traité élémentaire etc. Tome 2, p. 623 bis 628 (mit Abbildungen begleitet).

2) Eisenbahnzeitung vom 24. Januar 1848, S. 26 (mit einer Tafel Abbildungen).

3) Institution of Mechanical Engineers, Proceedings 1853, p. 156, Pl. 39.

auf deren Achsen wieder andere Zahngetriebe befestigt waren, welche in vertical gerichtete Zahnstangenpaare griffen, die bei ihrer Bewegung auf das Spannen oder Nachlassen einer starken Spiralfeder wirkten. Diese Spiralfeder war mit dem einen Ende eines langen Bremshebels in Verbindung gebracht; dessen kürzere Arme direct auf die Radbremsbacken wirkten. Zur Feststellung der Anordnung in irgend einer Lage diente ein in das Räderwerk einzulegender Hemmhaken. Für den normalen Zustand wurde die Feder so stark gespannt, dass nur ein Ausheben des Hemmhakens erforderlich war, um das Räderwerk zurückzutreiben, den gedachten Bremshebel herabzudrücken und das Bremsen zu bewirken, wobei natürlich das Gestänge- und Hebelgewicht zu Hülfe kam.

Ungeachtet der durch die Times vom 9. November 1853 mit vielem Lärm bekannt gemachten Resultate sehr günstiger mit Newall's Bremse auf der East-Lancashire Eisenbahn angestellter Versuche [1]), sowie trotz der Bemühungen William Fairbairn's [2]) in England, ferner des österreichischen Ingenieurs Landauer [3]) und trotz nachher von Perdonnet beschriebener und belobter Verbesserungen dieser Bremse [4]), hat man sie ebenfalls zu einer allgemeineren Anwendung nicht bringen können.

Ungewöhnlich rasch wirkende Bremsen hat in der Mitte der fünfziger Jahre der französische Ingenieur Achard [5]) zu construiren begonnen, indem er Elektromagnete benutzt, welche Kettenscheiben mit einer der Radachsen verkuppeln und sodann die Umdrehkraft der Räder zum Aufwickeln von Ketten verwendet, die mit den Bremsbacken in Verbindung stehen. Leider haben auch die neuesten Bemühungen Achard's [6]) gezeigt, dass derartige Apparate für die Praxis zu complicirt und zu wenig zuverlässig sind, von dem Kostenpunkte noch ganz abgesehen.

Nachdem der vom Standpunkte der rationellen Mechanik längst bekannte Satz — dass ein mit noch so grosser Kraft gebremster Wagenzug unter keinerlei Umständen plötzlich zum Stillstande kommen kann, vielmehr stets noch eine, wenn auch

1) Heusinger, Organ, Bd. 9 (1854), S. 78.

2) Institution etc. p. 160 etc.

3) Heusinger, Organ, Bd. 9 (1854), S. 154, mit Abbildungen auf Blatt 17.

4) Traité élémentaire etc., Tome 2, p. 630.

5) Polytechnisches Centralblatt, Jahrgang 1856, S. 18.

6) Heusinger's Organ, neue Folge, Bd. 3 (1866), S. 212 und Perdonnet's Traité élémentaire Vol. 3, p. 563 u. 567.

kurze Zeit, mit abnehmender Geschwindigkeit fortläuft — sich auch bei allen versuchten Bremsconstructionen als wahr herausgestellt hatte, bemühte man sich mindestens sogenannte selbstwirkende, d. h. solche Bremsen herzustellen, welche von der Bedienung durch Menschenhände ganz unabhängig sind.

Die erste derartige dem Verfasser bekannt gewordene und beachtenswerthe Eisenbahnwagenbremse datirt vom Jahre 1842 und wurde von dem englischen Ingenieur Bunnett construirt[1]).

Mit den Bufferstangen verband Bunnett die einen Enden starker Schubstangen aus Rundeisen, deren andere Enden zur Aufnahme von Stahlfedern geschlitzt waren, während man wiederum diese Federn mit gewöhnlichen hölzernen Bremsbacken in Verbindung gebracht hatte, welche direct gegen den Umfang der Räder wirkten. Letztere Einwirkung erfolgte gleichzeitig auf alle Räder des Wagens und die Bremskraft war gleich den Druckstärken, welche die Federn beim Eintreiben der Buffer erlitten.

Am meisten Aufsehen erregte eine von Georg Stephenson im Jahre 1847 vorgeschlagene ähnliche, und nach Wissen des Verfassers auch in Ausführung gebrachte, selbstwirkende Bremse[2]).

Mit Bunnett's Bremse hatte diese die Einschaltung einer Feder zwischen den Bufferscheiben und den Bremsbacken gemein. Indess war Stephenson's Anordnung compendiöser, und die dabei benutzten Spiralfedern standen nur in indirecter Verbindung mit den Bremsbacken, so dass die Einwirkung der Buffer auf die Bremse unterbrochen und der ganze Bremsapparat ausser Thätigkeit gesetzt werden konnte, wenn ein Wagenzug zurückgeschoben werden sollte. Speciellere Beschreibung und Abbildung der Stephenson'schen Bremse enthalten die unten citirten Quellen[3]).

Im Jahre 1853 bemühte sich Tourasse in Paris, solche von den Bufferapparaten aus in Wirksamkeit gesetzte Bremsen zu vervollkommnen und namentlich mit sogenannten excentrischen Backen auszustatten[4]). Ungeachtet befriedigender Resultate, welche bei Versuchen mit Tourasse's Bremsen auf der Paris-Lyoner Bahn erlangt wurden, ist auch diese Construction bereits der Geschichte verfallen.

Nicht viel günstigere Erfolge sind von den selbstwirkenden Bremsen des österreichischen Eisenbahn-Betriebs-Inspectors Riener in Gratz zu berichten, obwohl diese noch zu den besten ihrer Art gehören dürften[5]).

1) Civil-Engineer and Architect's Journal, März 1842, p. 71 und Schwammkrug in Hülsse's Allgemeiner Maschinen-Encyklopädie, Bd. 2, Artikel „Brems", S. 543.

2) Eisenbahnzeitung vom 12. September 1847.

3) The Pract. Mech. Journal, Juni 1848, p. 53 u. Heusinger's Organ Bd. 4 (1849), S. 3.

4) Heusinger's Organ, Bd. 11 (1856), S. 75, mit Abbildungen auf Tafel 7.

5) Zeitschrift des österr. Ingenieur-Vereins Jahrgang 1854, S. 273 und daraus in Heusinger's Organ Bd. 10 (1855), S. 50. An beiden Stellen mit schönen Abbildungen begleitet.

Das Princip dieser Bremsen ist gleichfalls auf den Satz basirt, dass dann die Wirksamkeit der Bremse nothwendig ist, wenn sich die Wagen zusammendrängen und die Buffer angedrückt werden.

Riener bringt hierzu an der Bufferstange zwei Federn an, erstens eine cylindrische Spiralfeder und zweitens eine Baillie'sche Feder (Fig. 146, S. 178), wovon erstere dazu bestimmt ist, den Buffer nach dem Eindrücken zurückzuschieben, während die Baillie'sche Feder die eigentlichen Stösse aufzufangen hat, welche bei der Berührung der Wagen entstehen.

Eine dritte Feder an der Bremsklotzzugstange verhindert Zerstörungen bei heftigen Stössen, wenn die Räder bereits vollständig gebremst sind und die Buffer doch noch mehr zusammengedrückt werden.

Schliesslich werde noch der selbstwirkenden Eisenbahnwagenbremsen der Franzosen Guérin[1]) und Molinos und Pronnier[2]) gedacht.

Guérin schaltet zwischen dem Hebelwerke der Bremsklötze und den Bufferstangen eine grosse parabolische Blattfeder ein, deren Enden mit letzteren in Berührung stehen. Beim normalen Zustande der Bewegung wird jedoch diese Feder mit Zuziehung eines drehbaren, auf die Hinterachse geschobenen Muffes ausser Wirksamkeit gesetzt. Bei zu schneller Bewegung dagegen, wenn eine bestimmte Geschwindigkeit des Zuges überschritten wird, verändert der gedachte Muff, vermöge der Centrifugalkraft seine Stellung und dreht sich so, dass er einen mit Gegengewicht versehenen Hebel auslöst, die Feder wieder frei macht, und demnach letztere, wenn die Buffer einen Stoss erhalten, einen Druck auf das Hebelwerk und der damit verbundenen Bremsklötze ausübt.

Später hat Guérin den Muff durch ein Excentrik ersetzt, welches auf ein Pendel wirkt und dies um so mehr ablenkt, je grösser die Geschwindigkeit ist. Bei Ueberschreitung einer gewissen Normalgeschwindigkeit wird dann, unter Mitwirkung noch anderer Mechanismen, das Bremsen erzeugt[3]).

Ungeachtet des grossen Lobes, welches diesen Guérin'schen Apparaten ertheilt wird, und obschon man sie bei einigen französischen Eisenbahnen mit Erfolg benutzen soll, so sind sie doch zu complicirt, demgemäss unter Umständen zu theuer und zu unzuverlässig, als dass ihnen eine allgemeine Verwendung prophezeit werden könnte.

Von ganz besonderer Anordnung und vom besten Erfolge sind die Bremsen, welche Molinos und Pronnier auf der Eisenbahn von Lyon nach la Croix Rousse construirten, indem es hier galt, auf einer Strecke mit $1/6$ Ansteigung beim möglichen Bruche des Seiles, womit die Bahnwagen längs dieser schiefen Ebene fortgezogen werden, jedes Unglück und namentlich jede Gefahr für die in den Wagen sitzenden Reisenden zu vermeiden.

1) Le Génie industriel 1856, p. 225 und polytechn. Centralblatt Jahrgang 1857, S. 273. Heusinger's Organ Bd. 12 (1857), S. 178 mit Abbildungen auf Tafel 13.

2) Annales des mines 1861, p. 621 und polyt. Centralblatt 1862, S. 634.

3) Polytechnisches Centralblatt 1860, S. 1645, nach den Annales des Mines T. 16, p. 529.

Des Umstandes wegen, dass bei dem bedeutenden Gefälle von $1/6$ (= 0,165) die nach dem vollständigen Bremsen der Räder zwischen deren Umfängen und den Bahnschienen auftretende gleitende Reibung nicht unter allen Umständen hinreicht, das Herablaufen der Wagen zu verhindern [1]), wurden zwei verschiedene Bremsanordnungen construirt. Zum Bremsen der Räder benutzt man vier Bänder aus Eisenblech, wie solche (als Bandbremsen) bei Winden, Krahnen u. s. w. vorkommen, wogegen die Ergänzungsbremse aus zwei kräftigen Zangen gebildet ist, welche sich beim Herabfahren der Wagen scharf gegen die Bahnschienen drücken.

Diese Bremsapparate können auch von dem Bedienungspersonale in Thätigkeit gesetzt werden, wobei noch zu bemerken ist, dass man Sorge getragen hat, beim Niederfallen der Bremse des ersten Wagens die Bremse des zweiten, dritten u. s. f. Wagens aufeinanderfolgend selbstthätig in Wirksamkeit treten zu lassen [2]).

§. 15.

Eisenbahnwagen für scharfe Bahnkrümmungen.

Bei sämmtlichen im Vorstehenden betrachteten Eisenbahnfuhrwerken waren, des Spurhaltens wegen, die Achsen mit den Rädern zu einem Ganzen verbunden, ferner aus Festigkeitsrücksichten diese Achsen parallel zu einander gestellt und mit dem Untergestelle zu einem steifen Rechteckverbande derartig vereinigt, dass der ganze Bau, in Hinsicht seiner Steifheit, an die vierrädrigen Wagen der ältesten Zeiten (S. 27 u. 28, Fig. 23 u. 24) erinnert, die man bekanntlich ohne Langbaum und Reibnagel construirte.

Dass ein solches Fuhrwerk (auch bei zwei Achsen oder vier Rädern) nicht zum vortheilhaften Durchlaufen von Eisenbahnkrümmungen (Curven) geeignet ist, leuchtet ohne Weiteres ein, mehr aber noch tritt diese Thatsache hervor, wenn man beachtet, dass sich die Achsen der Wagen auch nicht annähernd nach dem Mittelpunkte dieser Curven richten, der Radstand viel zu

1) Der Reibungscoefficient (oder die Tangente des Reibungswinkels) für Eisen auf Eisen schwankt bekanntlich zwischen 0,12 und 0,25, je nach dem Zustande der übrigens nicht geschmierten Flächen. Sind letztere geschmiert, so geht der gedachte Coefficient bis auf 0,07 und noch weniger herab. Directe Versuche haben übrigens ergeben, dass ein Wagen mit vier gebremsten Rädern nur dann auf einer geraden Eisenbahnstrecke freiwillig niedergeht, wenn das Gefälle mehr als 0,12 beträgt.

2) Wir empfehlen das Studium der Abbildungen dieser auch als mechanische Combinationen beachtenswerthen Bremsen, welche die oben (S. 188, Note 2) angegebenen Quellen begleiten.

gross und recht eigentlich Alles vorhanden ist, was ein Ausgleisen der Wagen veranlassen kann, ganz und gar von den besonderen Reibungswiderständen abgesehen, welche dadurch beim Durchlaufen der Curven hervorgerufen werden.

Allerdings hat man zur Ausgleichung und Verbesserung dieser Zustände bereits allerlei Aushülfe getroffen. Insbesondere gehört hierher die Anordnung kegelförmiger nach innen geneigter Radbandagen [1]) statt cylindrischer, ferner das Ertheilen von Spielraum zwischen den Radflantschen (Spurkränzen) und Bahnschienen, dann das Höherlegen der äusseren Schienenstränge in den Bahncurven, die Construction von Wagengestellen mit zwei besonderen, kleinen, vierrädrigen Wagen (Trucks), deren Achsen sehr nahe stehen (S. 162), die Verschiebung der Mittelachsen sechsrädriger Wagen (S. 172 u. 173) u. a. m.; allein hierdurch hat man keinesweges Sicherheit für alle Fälle erreicht. Zunächst verlieren die Radbandagen verhältnissmässig rasch ihre kegelförmige Gestalt, die Wagen bestimmter Bahnen kommen zuweilen auf fremde Strecken, wo sie kleinere Krümmungshalbmesser durchlaufen müssen, als die sind, wofür sie construirt wurden, die normale Fahrgeschwindigkeit wird zuweilen sehr überschritten, damit die austreibende Fliehkraft vergrössert und endlich kann selbst allein die fehlerhafte Spannung der Federn ein Entgleisen der Wagen herbeiführen [2]).

Es war daher naturgemäss, dass man bald nach dem Benutzen der Eisenbahnen zum Personentransporte, wo grosse Geschwindigkeit und Sicherheit in gleichem Maasse verlangt wurde, auf die Construction von Fuhrwerken Bedacht nahm, welche von all diesen Uebeln mehr oder weniger frei waren. Hierzu verfolgte man meistentheils die richtige Idee, die Räderpaare der Eisenbahnwagen derartig anzuordnen und mit einander zu verbinden, dass sie sich in Curven stets in die Richtung des Krümmungshalbmessers stellen. In Ausführung gebracht wurde diese

1) Die Einführung von Rädern mit nach innen geneigten Kegelbandagen scheint erst 1832 geschehen zu sein. Man sehe deshalb „Colburn's Locomotive Engineering" p. 96.

2) Auf den hannoverschen Eisenbahnen sind u. A. Fälle vorgekommen, wo durch das zu scharfe Anziehen der Federn in diagonaler Richtung (übereck) stehender Räder Entgleisungen in ganz geraden Bahnstrecken vorkamen, indem wenig oder gar kein Gewicht auf dem äusseren Vorderrade ruhte, welches ohnehin ein Bestreben hat, auf die Schienen zu steigen.

Idee (wahrscheinlich) zuerst im Jahre 1827 bei vierrädrigen Wagen der Budweis-Linzer Bahn [1]), indessen scheint die Anordnung nicht von der Art gewesen zu sein, dass sie dauernden Eingang finden konnte [2]).

Von besserem Erfolge war ein von dem Franzosen Arnoux [3]) 1838 in Vorschlag gebrachtes System, welches auch für eine kurze 1846 eröffnete Bahn, von Paris nach Sceaux, in Ausführung gebracht wurde.

Dies System beruht zunächst auf dem gänzlichen Verlassen des gewöhnlichen Constructionsprincips der Eisenbahnfuhrwerk-Untergestelle und auf Rückkehr zum gewöhnlichen Strassenfuhrwerke. Man nahm cylindrische (statt kegelförmiger) Radbandagen, steckte die Räder lose auf die nicht drehbaren Achsen, ordnete Langwied, Reibnagel u. s. w. an und suchte sodann, durch höchst sinnreiche Anordnungen, die Achsen eines jeden in eine Bahncurve tretenden Wagens derartig zu verdrehen, dass sie stets in die Richtung des Krümmungshalbmessers der betreffenden Bahnstrecke zu liegen kamen, d. h. in die zum ungehinderten Durchlaufen geeignete Lage gelangten.

Letzteres ist aber immer der Fall, wenn man die Anordnung so trifft, dass der erforderliche Verdrehungswinkel der Radachse die Hälfte des Winkels ist, um welchen sich gleichzeitig die von ihr unabhängige Deichsel oder Kuppelstange für den nächstfolgenden Wagen verdreht [4]).

1) Eisenbahnzeitung vom 30. November 1845, S. 399.

2) Ebensowenig Erfolg hatte, nach dem Vorgange des Engländers James im Jahre 1825 (Colburn, Engineering p. 96), die Construction des Franzosen Laignel, dem 1830 ein Patent darauf ertheilt wurde, für die Bahnkrümmungen Räder von ungleichen Durchmessern auf die Schienen zu führen, was nicht anders erreicht werden konnte, als dass man jedes Rad mit zwei Spurkränzen von verschiedenen Durchmessern ausstattete. Ungeachtet günstiger Resultate bei in Frankreich und Belgien angestellten Versuchen (Dingler's polyt. Journal Bd. 78, S. 188 und Polytechnisches Centralblatt 1840, S. 793) verliess man dies System, weil es sich nicht für frequente Bahnen eignete und überhaupt nur immer eine bestimmte Curve ohne Gefahr mit den betreffenden Rädern durchlaufen werden konnte. Gute Abbildungen der Laignel'schen Anordnungen enthält namentlich das Bulletin d'encouragement, Août 1845, Pl. 964. Beiläufig verdient bemerkt zu werden, dass auch Crelle 1839 im Wesentlichen ähnliche Einrichtungen in Vorschlag brachte. Man sehe dessen Journal f. d. Baukunst Bd. 13, S. 127 u. 207.

3) Systèmes de voitures pour chemins de fer de toute courbure, Paris 1838.

4) Ein geometrischer Beweis dieses Satzes findet sich in der bereits citirten

Anfänglich suchte Arnoux dieser Anforderung durch gekreuzte, um sogenannte Scheibenkränze (Fig. 89) gelegte Gliederketten, später aber besser durch eine sinnreiche Parallelogrammanordnung Genüge zu leisten.

Zum Verständniss letztgenannter Construction, sowie zur Kenntnissnahme der betreffenden Wagen überhaupt, dienen die Fig. 156 bis incl. 159, wobei nur noch bemerkt werden mag, dass die Bewegung des Wagens von rechts nach links gerichtet ist.

Fig. 156.

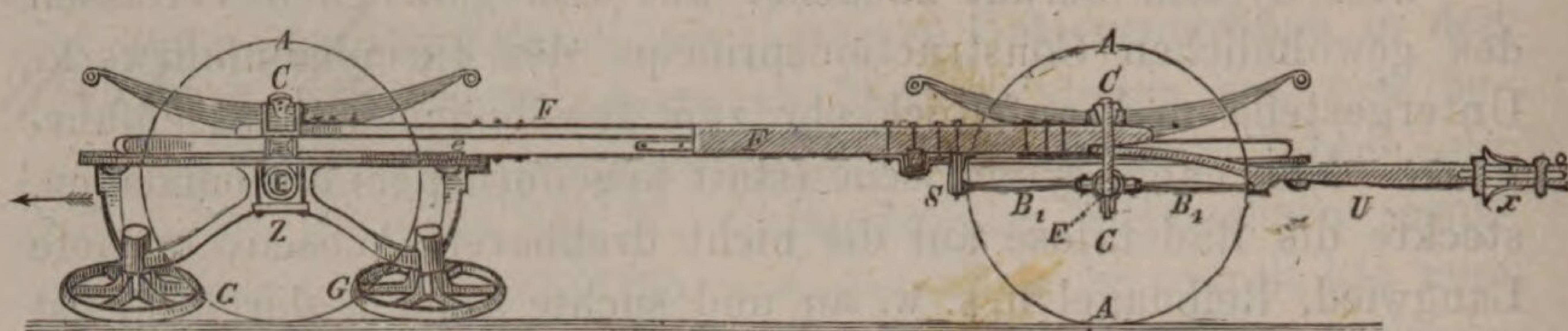


Fig. 157.

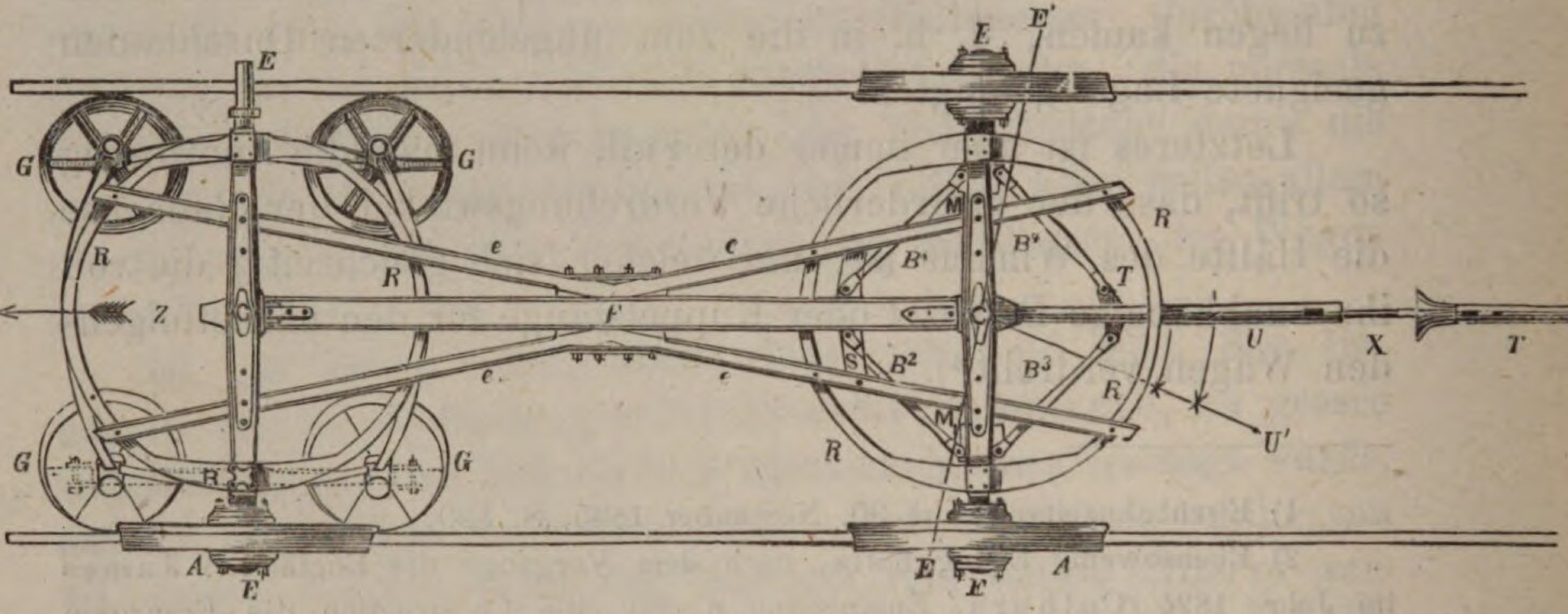


Fig. 158.

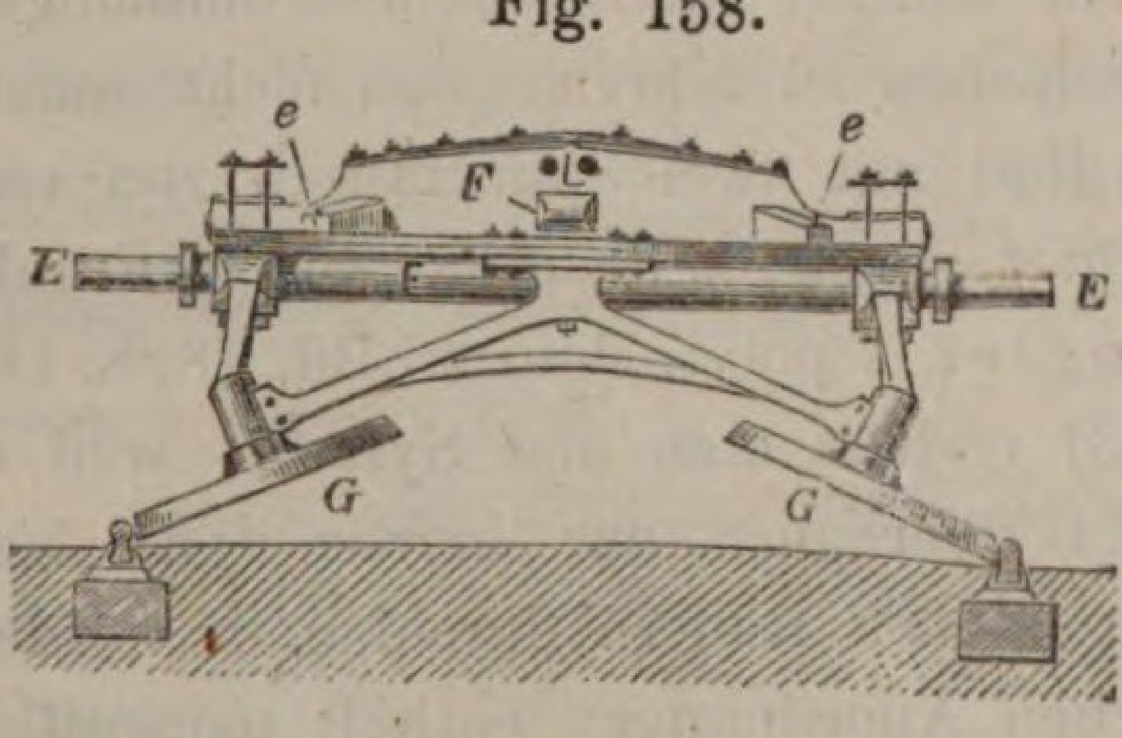
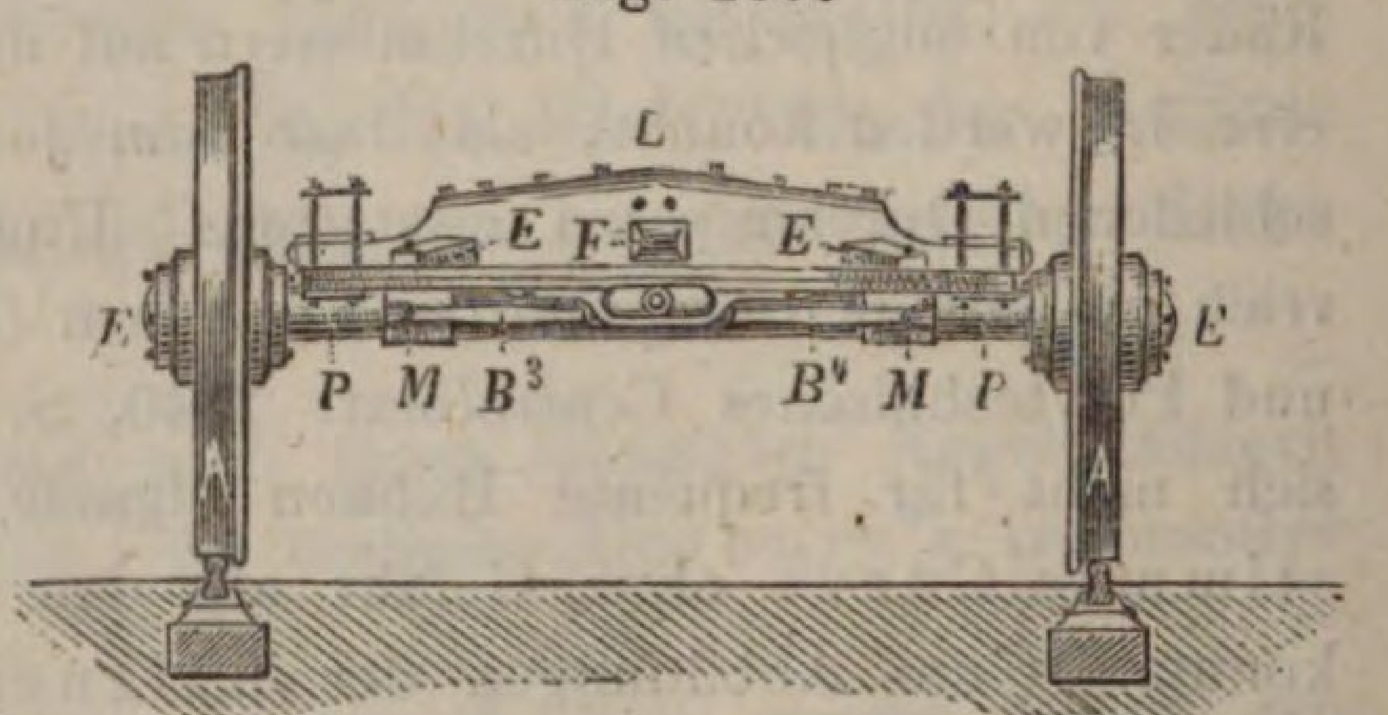


Fig. 159.



Originalabhandlung von Arnoux, sowie daraus in Perdonnet's Traité élémentaire etc., Tome 2, p. 658 und 661.

Das erwähnte Parallelogramm wird von vier gleich langen, um die Enden drehbar gemachten Armen $B^1 B^2 B^3 B^4$ gebildet, welche in einer und derselben horizontalen Ebene liegen. Die Drehbolzen der beiden Arme $B^1 B^2$ sind einerseits an einem unverrückbaren Bogenstücke SS unterhalb des Langbaumes F befestigt, andererseits an zwei Muffen MM, welche letztere längs der Radachse EE verschiebbar sind. Die beiden anderen Arme $B^3 B^4$ sind mit den einen Enden ebenfalls an den Muffen MM, mit den anderen Enden jedoch an der Deichsel oder Kuppelstange U[1]) befestigt. Beim Eintritte in eine Bahncurve verändern die beiden Muffe MM, sowie die Deichsel U ihre in Fig. 157 für die gerade Bahn gezeichnete Lage, während sich die auf S befestigten Enden der Arme B^1 und B^2 nur um ihre Bolzen drehen, d. h. keine fortschreitende Bewegung annehmen. Hat sich dann aber die Radachse EE in eine Lage $E'E'$ begeben, wenn $E'E'$ die verlängerte Richtung des betreffenden Bahnkrümmungshalbmessers ist, so hat die Kuppelstange U die Richtung CU' angenommen, wofür (der obigen Bedingung nach) $\angle\, UCU' = 2 . \angle\, ECE'$ ist.

Bei der Verdrehung der Achse EE mit den auf ihr lose sitzenden cylindrischen Rädern AA dienen aus Ringstücken gebildete eiserne Bahnen PP an der unteren Seite des Kranzes RR zur Verminderung der auftretenden gleitenden Reibung.

Das ebenfalls um einen Reibnagel C drehbare Vordergestell Z des ersten Wagens versah Arnoux mit vier Directionsrollen $GGGG$, welche derartig schräg gerichtet waren, dass sie sich seitwärts an die inneren Seiten der Schienen legten, wodurch auch für die Vorderachse erreicht wurde, dass sie sich beim Eintritte in eine Curve ebenfalls in die Richtung des betreffenden Krümmungshalbmessers stellte.

Ungeachtet älterer und neuerer günstiger Urtheile[2]) über die Arnoux'sche Construction und trotz der Thatsache, dass sich mit betreffenden Wagen Krümmungen von nicht mehr als 40 Meter Halbmesser mit Sicherheit und ohne ungewöhnlich grosse Widerstände hervorzurufen, befahren lassen, hat sie doch nur an der Stelle Anwendung gefunden, wo Arnoux als Mitdirector der Bahn (Paris-Sceaux-d'Orsay) seinen Einfluss geltend machen konnte[3]).

Ein anderes Wagensystem zum vortheilhaften Befahren scharf gekrümmter Eisenbahnstrecken wurde im December 1844 dem Stellmachermeister Themor[4]) in Berlin patentirt und nachher auch (versuchsweise) ausgeführt.

1) Der Buchstabe T bezeichnet eine Hülse zur Verkupplung mit dem nächstfolgenden Wagen.

2) Poncelet, Bericht über ein Wagensystem für Eisenbahnen mit jeder Curve, welches von Herrn Arnoux der (Pariser) Akademie der Wissenschaften vorgelegt worden ist, Dingler's polyt. Journ. Bd. 68 (1838), S. 409. Ueber angestellte Versuche findet sich ein Bericht im Polytechn. Centralblatte, Jahrgang 1840, S. 795. Berichte in neuerer Zeit erstattet Perdonnet in seinem Traité élémentaire, Tome 2, p. 662 etc.

3) Man sehe auch einen betreffenden Bericht des Oberbaurathes Hartwich in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 6 (1856), S. 136.

4) Eisenbahnzeitung vom 30. Novemb. 1845, S. 399, Beschreibung und Abbildung.

Unter den Langträgern des Wagens hatte Themor drei selbstständige Radgestelle jedes mit einer Achse angeordnet. Das vordere und hintere dieser Gestelle war mit der Ausnahme, dass ein jedes nur zwei Räder enthielt, ganz nach Art der amerikanischen „Swivelling-Trucks“ (S. 168) construirt und bewegte sich um einen verticalen Drehbolzen (Reibnagel u. s. w.), während das mittlere, ebenfalls auf zwei Rädern ruhende Gestell sich mit grösster Leichtigkeit unter dem Wagenkasten (mit dem es in keiner directen Verbindung stand) um so viel zur Seite schieben konnte, als es die Krümmung des betreffenden Schienenstranges erheischte.

Ueberdies war das mittlere Gestell mit dem vorderen und hinteren scharnierartig verbunden und dabei dem Verbindungsbolzen so viel Spielraum gegeben, dass ein Lenken durch das Vorder- oder Hintergestell veranlasst wurde und beim Einfahren in eine Curve die Achse jedes Räderpaares sich in die Richtung des zugehörigen Krümmungshalbmessers stellte.

Ungeachtet sehr gut ausgefallener Probefahrten [1]) mit einem Themor'schen Wagen auf der Berlin-Frankfurter Eisenbahn, verzichtete man auf Verwendung auch dieses Systems, wozu jedenfalls besondere Umstände (!), nicht aber seine völlige Unbrauchbarkeit beigetragen haben mögen.

Noch verdient ein drittes derartiges Constructionssystem ausführlich erwähnt zu werden, worauf 1845 der Mechaniker Wetzlich [2]) (an der Kaiser-Ferdinand-Nordbahn) ein österreichisches Patent erhielt, und von dem mindestens bekannt ist, dass eine grosse Anzahl darnach erbauter vierrädriger Wagen bei der österreichischen Staatsbahn und bei der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn in Anwendung waren [3]) und vielleicht noch sind.

Wie Themor verwendete auch Wetzlich zweirädrige amerikanische Trucks, und zwar in der Art, dass der Oberwagen sechs Stützpunkte erhielt. Hierzu war jeder Truck aus zwei vierseitigen Eisenblechrahmen gebildet und an der äusseren Rückwand eines jeden ein Reibnagel angebracht.

An jedem oberen Ende der inneren Gestellrahmenwände waren an den Ecken zwei Rollen gelagert, worauf der Oberwagen

1) Eisenbahnzeitung vom 1. Juni 1845, S. 189.

2) Heusinger, Organ 5 (1850), S. 42 mit Abbildungen auf Tafel 7.

3) Ebendaselbst S. 45.

mittelst Laufbahnen ruhte. Verband man je drei Stützpunkte eines Trucks durch gerade Linien, so erhielt man gleichschenklige in einer Ebene liegende Dreiecke, deren Grundseiten einander zugekehrt waren, während die Spitzen mit den Achsen der verticalen Drehbolzen zusammenfielen. Endlich hatte man die gegenüberliegenden Wände beider Trucks (die Grundseiten der gedachten Dreiecke) durch zwei über einander liegende, diagonal gerichtete Schienen verbunden, die um Zapfen an ihren Endpunkten drehbar gemacht waren und wodurch man besonders den schwachen Rahmen der Trucks mehr Widerstandsfähigkeit geben wollte.

Schliesslich ist noch geschichtlich zu bemerken, dass seit 1837 [1]) bis zur Gegenwart [2]) der Engländer Bridges Adams mit der Auflösung des Problems beschäftigt ist, Eisenbahnfuhrwerke mit sogenannten „Radial-Axle-Boxes“ zu construiren, wobei sich die Lager mehr oder weniger, je nach der Bahnkrümmung, zwischen den Achshaltern in horizontalen Kreisbahnen verschieben, zu welchen die Radachsen in allen Lagen Sehnen bilden.

Das amerikanische Reibnagelgestell fällt (neuerdings) hierbei ganz weg, und bei achträdrigen Wagen versieht Adams die beiden Endachsen mit seinen Radial-Axle-Boxes, während er die beiden Mittelachsen in gewöhnlichen Büchsen laufen lässt. Bei den Endachsen sind überdies auch die Federn durch lange Hängeglieder und Kreuzgelenke (Kugelgelenke?) entsprechend verschiebbar gemacht. Nach Wissen des Verfassers verwendet man in Deutschland diese (jüngste) Wagenconstruction Bridges Adams' ausschliesslich auf der Semmering-Bahn und wie es heisst mit Erfolg. Ungeachtet dieses günstigen Urtheiles dürfte eine allgemeinere Verwendung der Eisenbahnwagen mit Radial-Axle-Boxes nicht zu prophezeien sein.

§. 16.

Wagen mit eisernem Untergestell und Oberbau. — Relativer Werth der Personen- und Güterwagen hinsichtlich Gewicht und Nutzlast. — Erdtransportwagen.

Wir sind nunmehr mit der Geschichte des passiven Eisenbahnfuhrwerkes mehr oder weniger bis zur Gegenwart gelangt

1) Colburn, Locomotiv Engineering p. 97.

2) Patent Specification Nr. 3195 vom 18. December 1863. Ferner die Zeitschrift „The Engineer“ vom 19. August 1864.

und macht höchstens die Frage nach Einführung des Schmiedeeisens zu Gerüsten und zum Oberbaue (Kästen) der Wagen eine Ausnahme hiervon.

Zur betreffenden Vervollständigung werde deshalb vorerst bemerkt, dass die Verwendung des Eisens, ausser zu Rädern und Achsen, zum Wagenbau nicht neu, es vielmehr Thatsache ist, dass schon die alten Steinkohlenwagen Englands (S. 160, Fig. 132) mindestens mit Wänden (Füllungen) aus Eisenblech versehen waren und später derartige Wagen vorzugsweise ganz aus Eisen construirt wurden [1]).

Die Einführung des Eisens zu Theilen der Untergestelle und des Oberbaues der Eisenbahn-Güter- und Personen-Wagen dürfte sich aus dem Anfange der fünfziger Jahre datiren.

Beispielsweise hatte zur Londoner internationalen Industrie-Ausstellung 1851 der Engländer Henson [2]) zwei bedeckte, ganz geschlossene, vierrädrige Güterwagen eingesandt, deren Oberbau aus Holzrahmenwerk mit Blechfüllungen bestand, während die Dächer ganz aus Eisenblech gebildet und die Mittelstücke der Decke sowie die Thüren an beiden Seiten zurückzuschieben waren. Auf derselben Ausstellung producirte ebenfalls ein anderer Engländer Mac-Connel [3]) einen sechsrädrigen Personenwagen mit ganz eisernem Untergestell und mit Wänden und Dach aus wellenförmig gebogenem Eisenblech (Corrugated Iron).

1) Die besten dem Verfasser bekannt gewordenen Abbildungen guter, ganz aus Eisen gebauter, älterer Kohlentransportwagen, und zwar von der (amerikanischen) Baltimore-Ohio Eisenbahn, finden sich im Jahrgange 1847 (31. October) der Eisenbahnzeitung S. 354, woselbst noch erwähnt wird, dass dieselben bei einem Gewichte (einer todten Last) von $2^5/_8$ Tonnen eine Ladung von 7 Tonnen Steinkohlen fassen, folglich das Verhältniss von Nutzlast zu todter Last wie $2^2/_3$ zu 1,00 ist, eine Zahl, welche für später folgende Vergleiche nicht ohne Interesse sein wird. Abbildung eines englischen, ganz eisernen Kokes-Wagens (wie sie auf den Bahnen um Manchester laufen) enthält der Jahrgang 1853 (Bd. 8), S. 173, Tafel 11 von Heusinger's Organ u. s. w.

2) Abbildungen (specielle Constructionszeichnungen) von Henson's „New Covered Goods Waggon", finden sich in den Proceedings of the Inst. of Mech. Engineers vom 30. Juli 1851, p. 7, Pl. 36—38.

3) Amtlicher Bericht der deutschen Zollvereins-Regierungen über die Industrie-Ausstellung aller Völker zu London im Jahre 1851. Erster Theil, S. 528. Abbildungen des Mac-Connel'schen Wagens mit eisernem Untergestell finden sich im Jahrgange 1852, Bd. 2, S. 279 der Erbkam'schen Zeitschrift für Bauwesen und daraus in Heusinger's Organ, Bd. 7 (1852), S. 204, Tafel 20.

Beide Wagen wurden damals, hinsichtlich der Eisenconstructionen, als neu und eigenthümlich bezeichnet, und Henson's Wagen waren im Cataloge sogar mit dem Zusatze „feuerfest und wasserdicht" aufgeführt, was man jedoch weder buchstäblich noch streng nehmen durfte.

Ebenfalls im Jahre 1851 scheinen die ersten Wagen mit Trägern aus I-Eisen auf englischen Bahnen (London-North-Western und Midland-Railways) in Betrieb gekommen zu sein, was mindestens William Adams in Birmingham bei einem Vortrage über diesen Gegenstand vor der Institution of Mechanical Engineers am 27. October 1852 ausdrücklich hervorhebt. Beschreibungen und Abbildungen der damals von Adams ausgeführten Güterwagen enthält der „Report of the Proceedings etc." der erwähnten Gesellschaft[1]). In Deutschland dürfte die Pflug'sche Wagenbauanstalt in Berlin (und zwar schon 1852) die erste gewesen sein, welche sich erfolgreich mit dem Baue eiserner Untergestelle bei Eisenbahnwagen beschäftigte[2]).

Was die Vorzüge schmiedeiserner Untergestelle der Eisenbahn-Güter- und Personen-Wagen vor den hölzernen betrifft, so lässt sich darüber etwa Folgendes sagen.

Unter allen Umständen ist die Dauer eines Wagens mit eisernem Untergestelle jedenfalls grösser, das Totalgewicht unter denselben Verhältnissen nicht viel bedeutender, die Anschaffungskosten unwesentlich höher und der ganze Bau ein gegen Zufälligkeiten viel gesicherterer als dies bei einem hölzernen Wagen der Fall sein kann.

Hierzu kommt noch, dass die Qualität des Holzes nach dem äusseren Ansehen nicht stets in Bezug auf das Innere zu beurtheilen ist, beispielsweise ein blosser Ast in einer der Langschwellen schon viel schaden kann, ferner beim Holze Risse, Sprünge und das Verziehen beim Gebrauche fast unvermeidlich sind, noch gar nicht zu gedenken, dass sich viele Beschlagtheile beim Eisen viel besser durch Nieten als beim Holze durch Schrauben befestigen lassen. Wir werden im folgenden Paragraphen, welcher den Eisenbahnfuhrwerken der Gegenwart gewidmet ist,

1) Birmingham 1852, p. 207 (On Improvements in the Construction and Materials of Railway Waggons), Pl. 79 u. 80.

2) Beschreibung eines Gepäckwagens von der k. russischen Staatsbahn mit eisernem Untergestell in Heusinger's Organ, Bd. 7 (1852), S. 149, Tafel 15.

erfahren, wie weit man zur Zeit diesen Behauptungen und Thatsachen Rechnung trägt.

Als Schluss unserer Geschichte der Eisenbahnfuhrwerke folgen hier noch einige Betrachtungen und Zusammenstellungen über den relativen Werth der Personen- und Güterwagen in Beziehung auf Dimensionsverhältnisse, Eigengewicht (todte Last) und Nutzlast, was sowohl zur Beurtheilung des Standpunktes des Wagenbaues am Ende der vierziger und Anfang der fünfziger Jahre dienen soll, als es auch später einen passenden Maassstab des Vergleiches bei Aufführungen ähnlicher Data im Abschnitte „Eisenbahnfuhrwerke der Gegenwart" abgeben wird.

Wir beginnen mit der Aufführung einer tabellarischen, von uns etwas erweiterten Uebersicht, Personenwagen betreffend, welche im Jahre 1848 der belgische Eisenbahn-Ingenieur Weise in Mecheln veröffentlichte [1]).

Wagengattung.	Gewicht des leeren Wagens.	Passagiere.		Todtes Gewicht per Person.	Gewicht des besetzten Wagens.	Belastung einer Achse.	Procente vom ganzen Gewicht.	
		Zahl.	Gewicht.				Nutzlose (todte) Last.	Nutzbare Last.
	Ctnr.		Ctnr.	Ctnr.	Ctnr.	Ctnr.	Proc.	Proc.
I. Classe								
a. auf französischen Bahnen	74	24	31	3,083	105	52 1/2	70,5	29,5
a. „ englischen „	77	18	23	4,277	100	50	77,0	23,0
a. „ belgischen „	90	24	31	3,750	121	60 1/2	74,4	25,6
a. „ deutschen „ (sechsrädrig)	106	27	35	3,926	141	47	75,2	24,8
II. Classe.								
b. auf französischen Bahnen	71	30	39	2,366	110	55	64,5	35,5
b. „ englischen „	64	24	31	2,666	95	47 1/2	67,4	32,6
b. „ belgischen „	86	36	47	2,866	133	66 1/2	65,0	35,0
b. „ deutschen „ (sechsrädrig)	108	40	52	2,700	160	53 1/3	67,5	32,5
III. Classe.								
c. auf französischen Bahnen (offene Wagen)	58	30	39	1,933	97	48 1/2	60,0	40,0
c. „ belgischen Bahnen (bedeckte Wagen)	74	48	62	1,541	136	68	54,4	45,6
c. „ deutschen Bahnen (bedeckte Wagen)	110	60	78	1,833	188	62 2/3	58,5	41,5

1) Eisenbahnzeitung vom 14. Februar 1848, S. 55.

Wagengattung.	Gewicht des leeren Wagens.	Passagiere.		Todtes Gewicht per Person.	Gewicht des besetzten Wagens.	Belastung einer Achse.	Procente vom ganzen Gewicht.	
		Zahl.	Gewicht.				Nutzlose (todte) Last.	Nutzbare Last.
	Ctnr.		Ctnr.	Ctnr.	Ctnr.	Ctnr.	Proc.	Proc.
d. Ein belgischer achträdriger Personenwagen mit 32 Personen erster und 42 Personen zweiter Classe	239	74	96	3,229	335	$83^3/_4$	71,3	28,7
e. Ein belgischer achträdriger Personenwagen mit 16 Personen erster, 28 Personen zweiter und 40 Personen dritter Classe . . .	228	84	109	2,714	337	$84^1/_4$	67,7	32,3
Ein deutscher achträdriger Personenwagen von Zoller und Pflug in Berlin für die Glogau-Saganer Bahn	120	100	130	1,20	250	$62^1/_2$	48,0	52,0

Hiernach hatten im Jahre 1848 die englischen Wagen erster Classe das höchste todte Gewicht, und zwar betrug dies 77 Proc. vom ganzen Gewichte oder 4,277 Ctnr. per Passagier, das höchste nützliche Gewicht hatten die französischen Wagen, nämlich 29,5 Proc. oder nur 3,083 Ctnr. todtes Gewicht per Person.

Das günstigste Resultat ergaben die amerikanischen achträdrigen Wagen der Berliner Wagenbauanstalt, nämlich 48 Proc. todtes und 52 Proc. nützliches Gewicht oder 1,20 Ctnr. todte Last per Passagier.

In Bezug auf letztere Wagen wird in unserer Quelle noch angeführt, dass sie schwer zu handhaben, auch die Reparaturkosten bedeutender wären. Als besonders vortheilhaft bezeichnet man jedoch die achträdrigen Wagen für den Transport von Gegenständen, welche viel Raum einnehmen, ohne ein grosses Gewicht zu haben. Im folgenden Paragraphen werden wir hören, wie man in der Gegenwart über diese (amerikanischen) achträdrigen Wagen entschieden hat.

Eine ähnliche Zusammenstellung, Dimensionen und Gewichte der hannoverschen Staats-Eisenbahnwagen (am 27. Juli 1853) betreffend, ist nachstehende, wobei die Maasse englische, die Gewichte Zoll-Centner sind[1]).

1) Die Achsen hatten an der Nabe überall 4 Zoll (engl.) Dicke, die Achsschenkel $5^1/_2$ Zoll Länge, während die Durchmesser der letzteren von $2^1/_2$ bis $2^5/_8$ Zoll variirten. Nach Heusinger's Organ, Bd. 3 (1848), S. 155 (Note 2) befanden sich damals auf der Taunusbahn noch einige Hundert ältere Achsen unter kleineren Personenwagen, welche 18 bis 30 Reisende fassten, von $2^3/_4$ bis 3 Zoll Stärke in der Mitte, wobei Brüche nicht vorgekommen waren. Ebendaselbst werden auch Achsen der Ludwigsbahn von $3^1/_2$ Zoll Durchmesser angeführt. Der ganze betreffende Aufsatz „Ueber Achsen und Räder der Eisenbahnwagen“ enthält überhaupt viel Interessantes.

A. Personenwagen.

Wagengattung.	Gewicht des leeren Wagens. Ctnr.	Passagiere 1). Zahl.	Passagiere 1). Gewicht. Ctnr.	Todtes Gewicht per Person. Ctnr.	Gewicht des besetzten Wagens. Ctnr.	Belastung einer Achse. Ctnr.	Procente vom ganzen Gewicht. Nutzlose (todte) Last. Proc.	Procente vom ganzen Gewicht. Nutzbare Last. Proc.
				(Mittelwerthe)				
1. Sechsrädrige Wagen, mit 5 Coupés. Erste u. zweite Classe combinirt, und zwar ein Coupé erster Classe zu 6 Personen und vier Coupés zweiter Classe, jedes zu 8 Personen	160—183 (172,5)	38	49,4	4,513	221,9	73,96	77,7	22,3
2. Desgl., dritter Classe zu 50 Personen mit Bremse und bedecktem Sitzbock	150—170 (160)	50	65,0	3,200	225,0	75,0	71,11	28,89
3. Desgl., dritter Classe ohne Bremse	140—150 (145)	50	65,0	2,90	210,0	70,0	69,05	30,95

B. Güterwagen.

Wagengattung.	Gewicht des leeren Wagens in Centnern.	Nutzlast in Centnern.	Verhältniss der Nutzlast zum Wagengewichte. (Mittelwerthe.)	Stärke der Achsschenkel in engl. Zollen.
1. Offene, vierrädrige Güterwagen (14′ lang, 8′ breit) mit 2′ hohen Bords und einseitigem Stahlfeder-Stoss-Apparate	58 — 63	80	1,322	$2^1/_2$
2. Desgl. (14′ lang, 8′ breit) mit $4^1/_2$′ hohen Bords, zu Viehtransport, einseitigem Stossapparat .	64 — 69	80	1,204	$2^5/_8$
3. Desgl. (16′ lang, 8′ 3″ breit) mit $4^1/_2$′ hohen Bords, einseitigem Gummi-Stoss- und ganzem Gummi-Zug-Apparate	73 — 84	100	1,14	$2^5/_8$

1) Für den Vergleich mit der Weise'schen Tabelle vom Jahre 1848 ist auch hier das Gewicht einer Person zu 1,30 Ctnr. in Rechnung gebracht. Die Achsschenkel hatten (wie bei den Güterwagen) $2^5/_8$ Zoll Durchmesser und $5^1/_2$ Zoll Länge.

Wagengattung.	Gewicht des leeren Wagens in Centnern.	Nutzlast in Centnern.	Verhältniss der Nutzlast zum Wagengewichte. (Mittelwerthe.)	Stärke der Achsschenkel in engl. Zollen.
4. Offene, sechsrädrige Güterwagen (24′ lang, 8′ breit) mit 14″ hohen Bords, doppeltem Gummi-Stoss- und Zug-Apparat .	96—106	120	1,010	$2^1/_2$
5. Desgl. achträdrige Güterwagen (32′ lang 8′ breit) mit Blechträgern zur Verstärkung der Langschwellen, doppeltem Gummi-Stoss- und Zug-Apparat, ferner Laufrollen auf den Ecken der Radgestelle	185	200	1,081	$2^5/_8$
6. Bedeckte, vierrädrige Güterwagen (14′ 6″ lang, 8′ breit, 5′ 10″ im Lichten hoch), mit Holztafelung und doppeltem Stahlfeder-Stoss-Apparat	75 — 80	80	1,032	$2^1/_2$
7. Desgl. (16′ lang, 8′ breit, 5′ 10″ im Lichten hoch) mit Blechtafelung und doppeltem Gummi-Stoss- und Zug-Apparat . .	91 — 96	80	0,855	$2^5/_8$
8. Desgl. (16′ lang, 8′ breit, 5′ 10″ im Lichten hoch), ebenso gebaut wie der vorhergehende, jedoch mit Bremse für beide Achsen und offenem Sitzbock	102—108	80	0,762	$2^5/_8$
9. Desgl. aber sechsrädrig (21′ 1″ lang, 8′ breit, 5′ 10″ im Lichten hoch), mit Holztafelung, doppeltem Stahlfeder-Stoss-Apparat, Bremse für alle Achsen und offenem Sitzbock	115—123	120	1,008	$2^5/_8$
10. Desgl. für Personengepäck (24′ lang, 8′ breit, 6′ im Lichten hoch), mit Blechtafelung, doppeltem Gummi-Stoss- und Zug-Apparat, Bremse für alle Achsen und offenem Sitzbock	180	120	0,660	$2^5/_8$
11. Bedeckte, achträdrige Güterwagen (32′ lang, 8′ 8″ breit, 6′ 3″ im Lichten hoch), mit Holztafeluug, doppeltem Stahlfeder-Stossapparat	180	200	1,111	$2^5/_8$

Da die Weise'schen Werthe offenbar mehr älteren Bahnfuhrwerken entlehnt sind, im Jahre 1853 aber die hannoverschen Bahnen noch zu den neueren gezählt werden mussten, so darf man aus dem Vergleiche auf ein Wachsen der todten Last bei den Personenwagen (per Kopf 4,513 Ctnr. bei den combinirten Wagen erster und zweiter Classe, und 3 Ctnr. per Kopf dritter Wagenclasse) schliessen, was sich, wie wir später erfahren werden, auch für die Gegenwart bestätigt.

Für die Güterwagen fehlen ältere Angaben im Vorstehenden, weshalb wir glaubwürdigen Quellen [1]) entnehmen, dass die ersten Lastwagen (Goods Waggons) der Liverpool-Manchester-Bahn (1830) ein Eigengewicht von $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ Tonnen (à 20 engl. Ctnr.) oder durchschnittlich 3 Tonnen = 60 Ctnr.

1) Proceedings of the Inst. of Mech. Engineers, July 1851.

hatten, dass diese Wagen ungefähr 2 Tonnen Nutzladung aufnahmen[1]) und sonach das Verhältniss der letzteren zur ersteren nur $^2/_3 = 0{,}666$ betrug. Das ungünstigste Verhältniss von Nutzlast zum Eigengewichte der hannoverschen Güterwagen vom Jahre 1853 war aber nach vorstehender Uebersicht 0,735, also grösser, so dass auf ein Zunehmen des Güteverhältnisses der Güterwagen zu schliessen wäre, was sich gleichfalls (wie wir später erfahren werden) in der Gegenwart bewahrheitet hat[2]).

Nicht uninteressant ist der Nutzleistungsvergleich der Personenwagen gewöhnlicher Strassen mit denen der Eisenbahnen.

Die englischen (S. 57, Fig. 53 abgebildeten) vierpferdigen Stage-Coaches mit 4 Inside- und 12 Outside-Passagieren[3]) wiegen ungefähr 20 Ctnr., so dass per Person das todte Gewicht nicht mehr als $^{20}/_{16} = 1^1/_4$ Ctnr. beträgt, d. h. drei- bis viermal (genauer $^{4513}/_{1250} = 3{,}614$ mal) geringer ist, wie beispielsweise das todte Gewicht bei den combinirten Personenwagen erster und zweiter Classe der hannoverschen Bahnen aus dem Jahre 1853.

Die hannoverschen vierspännigen und sechssitzigen (S. 102 abgebildeten) Postwagen wiegen nur 18 Centner, nehmen dagegen bloss 6 im Innern des Wagens placirte Reisende auf, so dass das todte Gewicht per Person $^{18}/_6 = 3$ Ctnr. ist, also immer noch weniger, wie bei den gedachten hannoverschen Eisenbahnwagen, wo dies todte Gewicht 4,513 Ctnr. per Person betrug.

Da letztgedachte Postwagen mindestens auch vier (zahlende) Passagiere ausserhalb des Wagens placiren könnten, so würde sich unter Annahme von überhaupt 10 zahlenden Passagieren das todte Gewicht per Kopf bezahlender Reisender nur zu 1,8 Ctnr. herausstellen.

Dies günstige Verhältniss für Personenwagen auf gewöhnlichen Strassen, gegenüber denen der Eisenbahnen, liegt hauptsächlich in dem festeren, gewichtigeren Baue der Eisenbahnfuhrwerke überhaupt, die ohne kolossale Dimensionen (gegenüber den Strassenfuhrwerken) deshalb nicht bestehen können, weil sie sowohl in der Längenrichtung, nach welcher die Bufferstösse erfolgen, als auch seitlich und vertical aufwärts wirkenden gewaltigen Kräften Widerstand

1) Das Eigengewicht der S. 162 beschriebenen Güterwagen hat der Verfasser leider nicht ermitteln können.

2) Englische Angaben aus dem Jahre 1851 (die vorhin citirten Proceedings vom Juli 1851, p. 16) bestätigen dieses Wachsen des Güteverhältnisses der Güterwagen ebenfalls, indem hier angegeben ist, dass (1851) bei $3^1/_2$ Tons Eigengewicht eine Nutzladung von $4^1/_2$ Tons stattfindet, also gedachtes Verhältniss $^9/_7 = 1{,}285$ ist. Das grösste Güteverhältniss, was der Verfasser bei Eisenbahnlastwagen hat auffinden können, findet sich für das Jahr 1851 bei den Kohlenwagen der Monmouthshire-Tramways, welche 16 Ctnr. wiegen und 3 Tons = 60 Ctnr. Kohlen laden, so dass hier $\frac{\text{Nutzladung}}{\text{Eigengewicht}} = \frac{60}{16} = 3{,}750$ ist. Man sehe hierüber (mit Abbildungen begleitet) W. A. Adams: „On Railway Carrying Stock", ebenfalls in den Proceedings vom October 1850, p. 29.

3) Proceedings u. s. w. vom 25. Juni 1857, p. 149, ein überhaupt lesenswerther Artikel mit der Ueberschrift: „On the saving of dead weight in passenger trains."

leisten müssen, ganz abgesehen von den vier-, sechs-, ja bis achtmal grösseren Geschwindigkeiten [1]), womit die Eisenbahnpersonenwagen laufen, und von der Nothwendigkeit, verhältnissmässig rasch aus diesen Geschwindigkeiten zum Stillstande zu gelangen.

Zusatz [2]). Wagen zum Transporte von Erdmassen auf Eisenbahnen betreffend.

Die ersten Erdtransportwagen auf Interims- oder definitiven Eisenbahnen, beim Baue oder der Unterhaltung der letzteren, glichen gleich anfänglich, wenigstens im Allgemeinen, den oben S. 161 beschriebenen und Fig. 133 abgebildeten Lastwagen der Darlington-Eisenbahn, nur waren deren Kasten entweder fest (unbeweglich) und mit abnehmbaren Seiten- oder Endbords

1) Bd. 1, S. 4 wurde die Fahrgeschwindigkeit der Courierzüge auf den hannoverschen Bahnen zu 52 Fuss pro Secunde berechnet und S. 87 dieses Bandes angegeben, dass die Geschwindigkeit der hannoverschen Eilpostwagen 9 Fuss pro Secunde beträgt. Hiernach wäre für diese Verhältnisse die Eisenbahnfahrgeschwindigkeit $^{52}/_{9} = 5^{7}/_{9}$mal grösser als die der Postwagen. Auf englischen Bahnen fahren die sogenannten Express-Trains zuweilen mit einer Geschwindigkeit von einigen siebenzig Fuss engl. per Secunde, was mit den hannoverschen Postwagen verglichen das Achtfache der Fahrgeschwindigkeit der letzteren ist. Verglichen mit den extremen Fahrgeschwindigkeiten der englischen Stage-Coaches (S. 129, Note 1), erhält man jedoch nur das $^{72}/_{16} = 4^{1}/_{2}$fache. Eisenbahn-Oberingenieur Claus behauptet (Heusinger's Organ Bd. 17 [1862]), dass sich die grössten Geschwindigkeiten der englischen Express-Trains zu denen der deutschen Courierzüge nahezu wie 3 : 2 verhielten.

2) Literatur über Eisenbahn-Erdtransportwagen: Gerstner, Handbuch der Mechanik, Bd. 1 (1831), S. 621, p. 33 u. 34. Beschreibung und Abbildungen von älteren Erdtransportwagen mit Doppelkasten, die nach rechts und links (zu beiden Seiten der Wagenlänge) kippen, sowie solche, welche die Transportkasten nach vorn ausstürzen. — Henz, Die Wagen zum Erdtransport auf Eisenbahnen. Verhandlungen des Vereins zur Förderung des Gewerbfleisses in Preussen. Vierzehnter Jahrg. (1835), S. 214, mit Abbildungen auf Tafel 17. Werthvolle Notizen über Kippwagen für Interimsbahnen. — Etzel, Notizen über die Ausführung von Erdarbeiten in grösserem Maassstabe, Stuttgart 1839. Bereits S. 157 empfohlen, wozu noch bemerkt werden mag, dass von den beigegebenen Kupfertafeln in Querfolio zehn den Erdtransportwagen auf Eisenbahnen gewidmet und sämmtliche in aliquoten Theilen wahrer Grösse ausgeführte Zeichnungen mit entsprechenden Details begleitet sind. — Perdonnet et Polonceau, Portefeuille de l'ingénieur des chemins de fer. Légendes explicatives des planches, p. 89 bis 96. Série I. Planche Nr. 5 bis mit Nr. 11. Abbildungen von Erdtransportwagen aller Gattungen, englischer und französischer Bahnen (sämmtlich nach Maassstab gezeichnet). — Heusinger, Einfache und zweckmässige Erdtransportwagen auf der Taunusbahn. Organ u. s. w., Bd. 3 (1848), S. 199, Taf. 19. Niedrige Wagen mit festen Kasten, ohne Kippvorrichtungen, die sich mehrfach bewährt haben sollen. — Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, T. 1, p. 399 bis 408 und T. 2, p. 575 bis 577. Beschreibung und Abbildungen älterer und neuerer Erdtransportwagen für Eisenbahnen, englischer und französischer Muster.

versehen, oder die Kasten waren beweglich, zum Kippen, zum Drehen um eine horizontale Achse angeordnet.

Vom Ende der zwanziger Jahre (Bauzeit der Liverpool-Manchester Bahn) an, oder wenigstens seit dem Anfange der dreissiger Jahre (Bauzeit der London-Birminghamer Bahn) hat sich die Construction dieser Erdwagen so wenig verändert, dass ihre Entstehungsgeschichte fast mit der Gegenwart als zusammenfallend betrachtet werden kann.

Schon in den dreissiger Jahren unterschied man die Kippwagen in Endkipper und Seitenkipper, je nachdem beim Abladen die Neigung des Kastens endwärts oder seitwärts erfolgte. Die Seitenkipper unterschied man wieder in solche, welche nur nach einer Seite oder nach beiden Seiten umkippten, in welchem letzteren Falle der Wagenkasten gewöhnlich aus zwei Theilen bestand (einen Doppelkasten bildete), von dem jeder nach einer Seite kippte [1]).

Indem wir hinsichtlich der Endkipper, als derjenigen Gattung, welche nur bei directer Verlängerung der Erddämme (beim Vorwärtstreiben eines Eisenbahnkörpers) ohne Seitenablagerung gebraucht werden, auf die vorher citirten Werke von Etzel und Perdonnet verweisen, besprechen wir hier die beiden anderen Gattungen, ohne jedoch vorher auf die Vorzüge und Nachtheile derselben einzugehen.

Fig. 160.

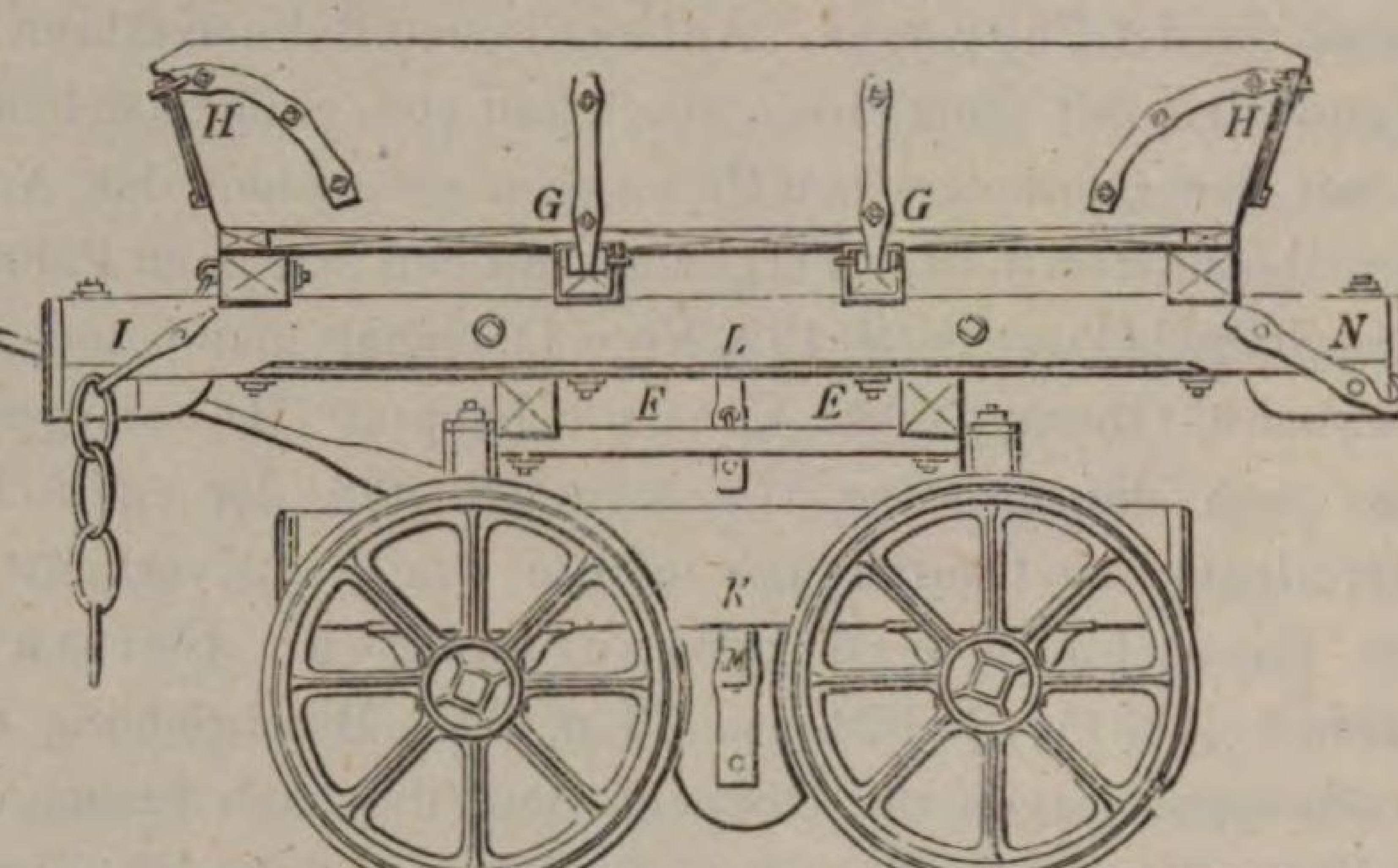


Fig. 161.

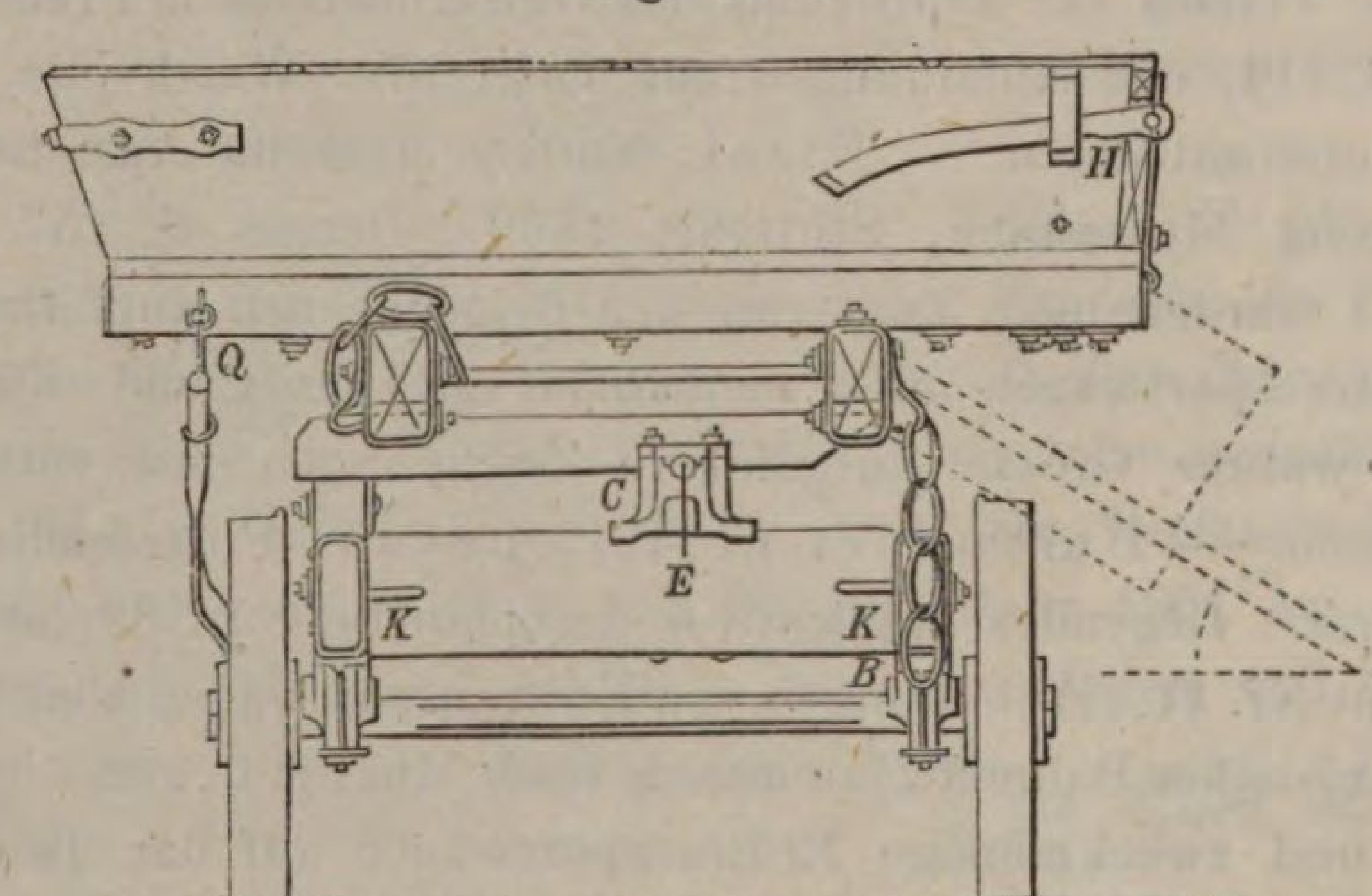


Fig. 160 und 161 zeigen (in $^1/_{40}$ wahrer Grösse dargestellt) einen Seitenkipper, wie sie namentlich bei den Erdarbeiten der London-Bristol Eisenbahn angewandt wurden [2]).

Dieser Erdwagen besteht aus zwei Haupttheilen, dem Gestell mit vier gusseisernen Rädern und dem zum Umkippen eingerichteten Kasten. Die Räder von $0^m,75$ oder 2,46 Fuss engl. Durchmesser mit schmiedeisernen Achsen von $0^m,075$ oder fast 3 Zoll engl. Stärke sind

1) Ein Seitenkipper mit Doppelkasten findet sich namentlich bei Gerstner a. a. O. abgebildet.

2) Etzel a. a. O. Tafel 22.

paarweise auf der Achse festgekeilt und ihre Schenkel drehen sich in gusseisernen Achsbüchsen. Letztere tragen das hölzerne Gestell *KK* des Wagens, welches aus zwei Längen- und zwei Querhölzern besteht und durch hölzerne (oder eiserne) Kreuzverspannung im Rechteckverbande erhalten wird.

Auf die Kastenquerhölzer sind die Lager *C* (Fig. 161) der Welle *E* des Kippkastens unmittelbar geschraubt und beträgt der Winkel, welchen der Boden des gekippten Kastens beim Ausleeren mit dem Horizonte bildet (Fig. 161 durch punktirte Linien angegeben) 35 Grad. Der Kippkasten ist aus starken Dielen zusammengesetzt, welche auf den Boden desselben in der Richtung des Ausleerens gelegt werden, um das Abgleiten der Erdmasse zu erleichtern. Auf dieser Seite bildet die Wand des Kastens eine Fallthür, deren Klinkenverschluss *H* sich durch eine einfache Bewegung und mit geringer Anstrengung öffnen lässt.

Ebenso macht das Kippen des Kastens, nach Lösen eines Riegels *L* (Fig. 160) keine grosse Mühe, da der Schwerpunkt des gefüllten Karrens etwas über die Lagerstellen *EC* (Fig. 161) hinausreicht.

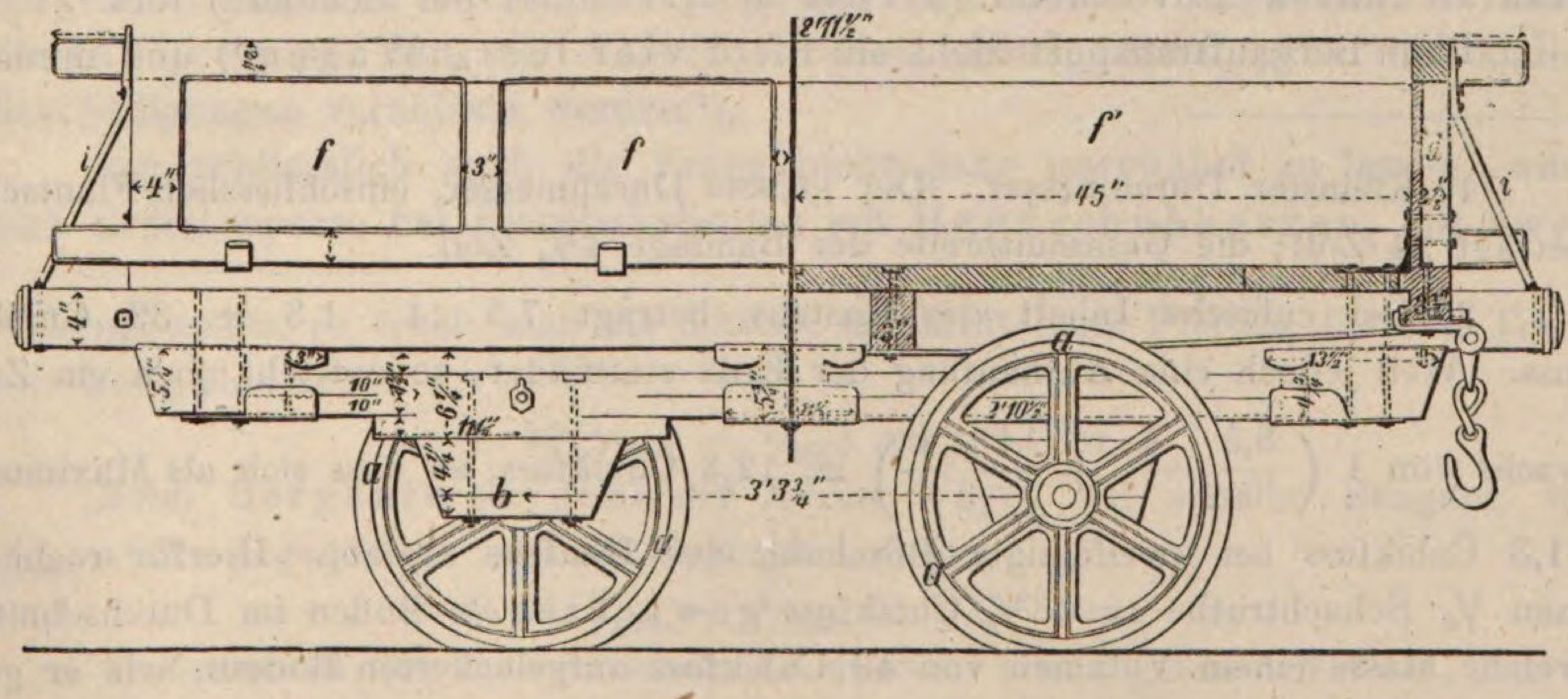
Hoch geladen, fasst der Kasten 1,5 Cubikmeter oder circa 53 Cubikfuss (engl.) Erde.

Haken *J* und *N* werden beim Zusammenhängen je zweier Wagen zu ganzen Zügen erforderlich. In letzterer Beziehung bilden die Langhölzer *L* des Kippwagenkastens einen wesentlichen Theil der Construction, da an ihnen die genannten Kuppelhaken befestigt sind und sie ferner dazu dienen, die Stösse aufzufangen, welche durch das Anhalten und Abfahren der Züge zwischen den einzelnen Wagen entstehen.

Auf die zwischen je zwei Rädern angebrachte Backenbremse *M*, mit dem Hebel *Q*, ist wohl kaum erforderlich besonders aufmerksam zu machen.

Die Fig. 162 und 163 stellen einen sogenannten f e s t e n E r d w a g e n dar, wie er mit Erfolg beim Baue der hannoverschen Staatsbahnen verwandt und bewährt befunden wurde. Diese Wagen liess man stets auf Interims-Eisen-

Fig. 162.

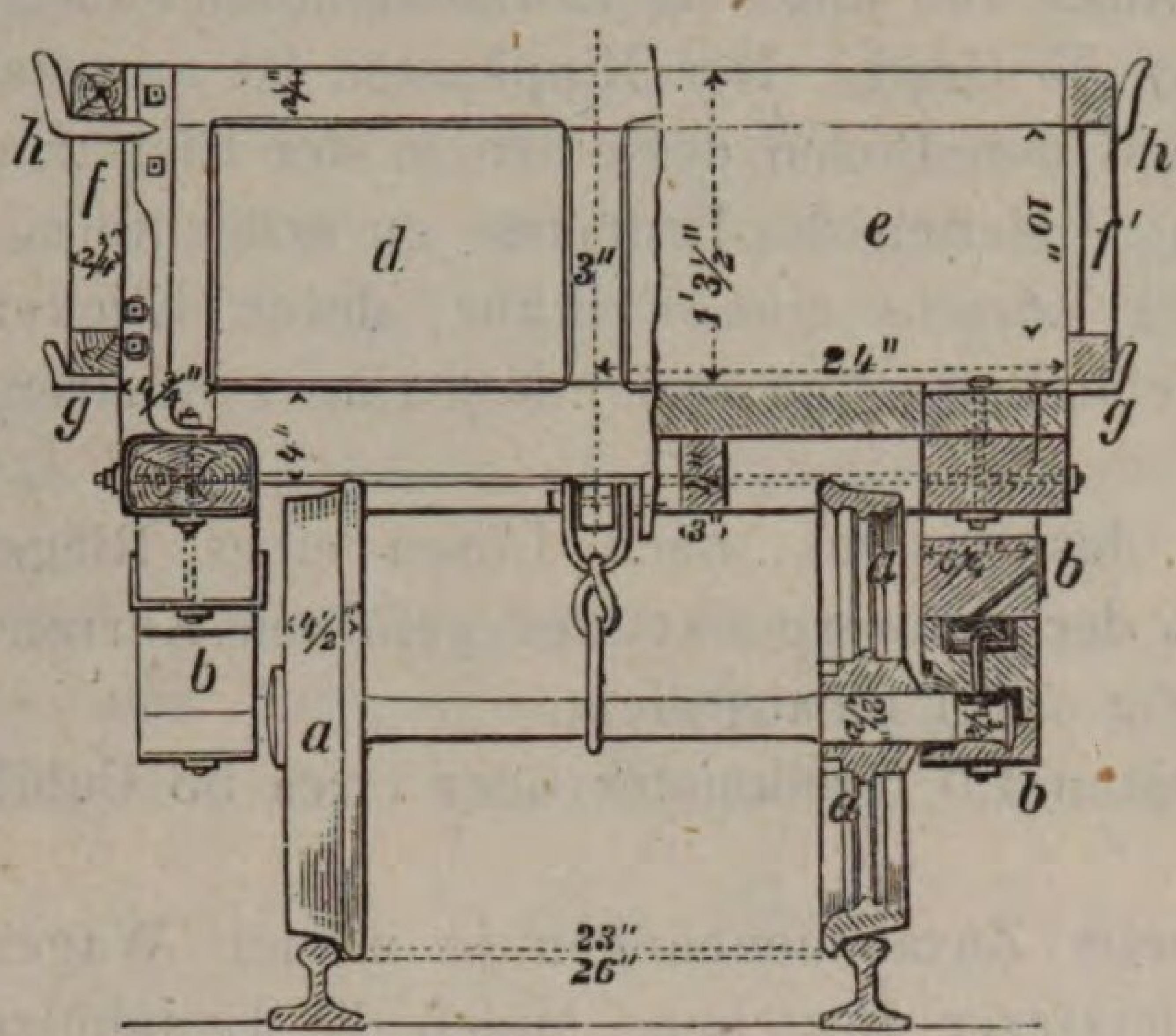


bahnen von 2 Fuss 2 Zoll hannov. (= 2,075 Fuss engl. = 0,632 Meter) Spurweite laufen, so dass selbst auf mässigen Dämmen vier Reihen Wagen zugleich entleert wurden, was ein rasches Arbeiten sehr erleichterte. Ihre Anwendung

machte jedoch immer ein sogenanntes Sturzgerüst erforderlich, weil das Fortschreiten durch seitliche Aufschüttung erfolgte und also die Wagen immer weiter vorgeschoben werden mussten, als der Damm vollendet war.

Da es nach allem Vorhergegangenen (und bei den nach Maassstab gezeichneten Figuren) hier nicht erforderlich sein wird, die Construction dieses Erdwagens in allen Theilen zu beschreiben, so werde nur erwähnt, dass in unseren Abbildungen die festen Endbords mit *d* und *e*, sowie deren eiserne Verstrebungen mit *i* bezeichnet wurden, ferner *ff* die oben und unten in Haken *ggh* hängenden, beweglichen Seitenbords sind, deren Bäume man an beiden Enden so weit verlängerte, dass ein bequemes Anfassen möglich wurde. Uebrigens lassen die Figuren erkennen, dass man auch hier den Wagenkasten nicht direct auf die Achsen, sondern auf eine Art Holzfeder legte. Die 22 Zoll[1]) hohen gusseisernen Räder haben Kränze aus Schalenguss, um sie, soweit als möglich, unvergänglich zu machen. Die 2 Zoll im Durchmesser haltenden Schenkel (Zapfen) der ($2\frac{1}{3}$ Zoll starken) schmiedeisernen Achsen laufen in ordentlichen Metalllagern und zwar in solchen aus Hartblei (85 Blei, 15 Antimon).

Fig. 163.



Das Eigengewicht des Wagens (Gewicht des leeren Wagens) beträgt 14 Ctnr., während er mit Erde beladen 50 bis 55 Ctnr. wiegt[2]).

Was den Transport dieser Wagen anlangt, so erfolgt derselbe in der Regel durch Pferde. Bei einem Gefälle von $\frac{1}{300}$ zieht ein mittelmässiges Pferd gewöhnlich vier beladene Wagen bergab und schreitet dabei pro Minute etwa 15 Ruthen = 70 Meter (4 Fuss = 1,17 Meter per Secunde) fort.

Beim Bergauftransport zieht ein Pferd vier leere Wagen[3]) und nimmt,

1) Kleinster Durchmesser. Der grösste Durchmesser, einschliesslich Flantsch, beträgt 24 Zoll; die Gesammtbreite der Bandage $4\frac{1}{2}$ Zoll.

2) Der cubische Inhalt des Kastens beträgt 7,5 . 4 . 1,3 = 39 Cubikfuss. Weil jedoch eine Aufhäufung der Erde stattfindet, so entsteht noch ein Zuwachs von $1\left(\frac{3{,}5\,.\,4}{2}+\frac{4\,.\,4}{3}\right)=12{,}3$ Cubikfuss, so dass sich als Maximum 51,3 Cubikfuss bei zweifüssiger Böschung des Haufens ergiebt. Hierfür rechnet man $\frac{1}{6}$ Schachtruthe = $43\frac{2}{3}$ Cubikfuss gewachsenen Boden im Durchschnitt, welche Masse einem Volumen von 49 Cubikfuss aufgelockerten Bodens, wie er gewöhnlich vorkommt, gleich ist.

3) Setzt man mit Mohr (Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins Bd. 11 (1865), S. 154) den Widerstandscoefficienten auf der Interims-Eisenbahn für die beschriebene Wagengattung = $\frac{1}{120}$ des gesammten

wenn es von dem Führer nicht stark angetrieben wird, eine Geschwindigkeit von 10 Ruthen = 46,8 Meter pro Minute ($2^2/_3$ Fuss = 0,78 Meter per Secunde) an. Hiernach ist (für diesen speciellen Fall) die mittlere Geschwindigkeit der Pferde zu 12,5 Ruthen ($58^m,4$) anzunehmen und daher der Weg pro Arbeitsstunde, wenn man 8 Minuten als durch Aufenthalt und Störung verloren rechnet, 52 . 12,5 = 650 Ruthen oder 3035 Meter oder per Tag (10 Arbeitsstunden) 6500 Ruthen = 4,1 deutsche Meilen = 30,35 Kilometer.

Mohr bemerkt ausdrücklich in unserer (unten) citirten Quelle [1]), dass an kurzen Wintertagen bei nur achtstündiger Arbeitsdauer die Leistung durch stärkeres Antreiben der Pferde ohne Nachtheil auf 700 Ruthen oder 3280 Meter per Arbeitsstunde gebracht werden kann.

Bei einem Gefälle von $^1/_{100}$ laufen die hannoverschen Erdwagen noch recht gut allein bergab. Ein Transport gefüllter Wagen bergauf ist bei Pferdebetrieb eine fehlerhafte Disposition zu nennen.

Bei sehr starken Gefällen, von wenigstens $^1/_{40}$, können die vollen Wagen eine gleiche Anzahl leerer Wagen unter Benutzung eines Seiles mit der erforderlichen Geschwindigkeit aufwärts ziehen. Zum weiteren Nachlesen über Pferdebetrieb bei Erdförderung auf Interims-Eisenbahnen kennt der Verfasser keine vortrefflichere Arbeit als die bereits citirte des Herrn Oberingenieurs Mohr, sowie über Seilbetrieb in gleicher Weise ein Aufsatz des Bauraths Durlach im Notizblatte des Architekten- und Ingenieur-Vereins für Hannover Bd. III. (1853—1854), S. 479 zu empfehlen ist, welcher die Aufschrift trägt: „Erdförderung auf einer selbstwirkenden schiefen Ebene."

Es erübrigt jetzt noch wenigstens einige der Vorzüge und Nachtheile der festen Erdwagen gegenüber den Kippwagen anzuführen.

Sieht man von den Endkippern ab, womit man allerdings Erddämme verlängern kann, ohne Sturzgerüste zu bedürfen, so ist der einzige (wesentliche) Vortheil der Kippwagen die Raschheit, womit man mittelst derselben (der Seitenkipper) die Erde an geeigneter Stelle abzuladen vermag. Dagegen haben sie die Nachtheile des beschwerlicheren Einladens (da der Kasten, der Kippvorrichtung wegen, sehr hoch zu liegen kommt), der kostspieligeren Anschaffung und Unterhaltung und endlich der ungleichen Lastvertheilung auf den vier Rädern, wodurch häufig Achsbrüche und andere Beschädigungen veranlasst werden [2]).

Um schliesslich auch die Frage nicht ganz unerwähnt zu lassen, wann man Erdtransporte bei Eisenbahnbauten mit Handschubkarren, mit zwei-

Wagengewichts, so erhält man als mittlere Zugkraft eines Pferdes, für den Transport bergabwärts:

$$4 . 50(^1/_{120} - {}^1/_{300}) = 1,0 \text{ Ctnr.}$$

Beim Bergauftransport der leeren Wagen auf dieselbe Steigung von $^1/_{300}$ würde dagegen die mittlere Zugkraft betragen:

$$4 . 14(^1/_{120} + {}^1/_{300}) = 0,65 \text{ Ctnr.}$$

1) Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 11 (1865), S. 155.

2) Man sehe hierüber auch einen Artikel in Heusinger's Organ, Bd. 3 (1848), S. 199, welcher die Ueberschrift trägt: „Einfache und zweckmässige Erdtransportwagen auf der Taunusbahn."

rädrigen Karren, durch Menschenbetrieb auf Interimsbahnen bewirkt, wann man vierrädrige von Pferden gezogene Wagen verwendet oder endlich letztere Wagen durch Locomotiven fortschaffen lässt, so werde bemerkt, dass naturgemäss Alles darauf hinauskommt, möglichst wohlfeil zu transportiren, und dass diese Kosten (unter sonst gleichen Umständen) hauptsächlich von den Entfernungen abhängen, auf welche die Erdmassen transportirt werden sollen. Indem wir hinsichtlich einer vollständigen Beantwortung aller hierher gehörigen Fragen auf die unten citirten Quellen verweisen müssen[1]), werde hinsichtlich der Transportentfernungen Nachstehendes bemerkt.

Auf Entfernungen von 50 bis 60 Ruthen (234 bis 281 Meter) transportirt man (nach Erfahrungen beim Bau der hannoverschen Eisenbahnen) mittelst Schubkarren (S. 76 u. 77), welche man auf Holzbohlen laufen lässt, und setzt als äusserste Grenze dieses Transportes gewöhnlich 80 Ruthen (374 Meter). Hierbei sind jedoch grössere Massen vorausgesetzt, so dass man bei kleinen Erdmassen zuweilen noch eine Entfernung von 150 Ruthen (702 Meter) statthaft findet.

Der Transport mit zweirädrigen Karren (S. 74 u. 75), welche Menschen (auf doppelten Bohlenbahnen) fortschaffen, fängt gewöhnlich bei 50 Ruthen (234 Meter) an und hört ungefähr bei 200 Ruthen (936 Meter) auf.

Mit dem Transporte auf Interimsbahnen, wobei die vierrädrigen Wagen (Fig. 162) von Pferden gezogen werden, beginnt man in der Regel bei etwa 100 Ruthen (468 Meter) und hört bei 600 Ruthen (2808 Meter) auf. Ueber letztere Entfernung hinaus geschieht die Förderung vortheilhaft nur durch Locomotiven.

§. 17.

Eisenbahnwagen der Gegenwart.

Als charakteristische Merkmale der gegenwärtigen, neuesten, im Betriebe befindlichen (passiven) Eisenbahnwagen lassen sich hauptsächlich folgende hinstellen: stählerne Achsen, ganz schmiedeiserne, Stahlguss- oder Hartguss-Räder, vortheilhaft angeordnete Achsbüchsen und Schmierapparate, eiserne Unterge-

1) Perdonnet, Traité élémentaire, 3. Edit., T. 1, p. 406. Hier ist namentlich ein Auszug aus Tabellen des französischen Strassen- und Brückenbau-Ingenieurs Brabant aufgeführt, der Beachtung verdient. Bemerkenswerth sind ferner betreffende Angaben in Plessner's Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen, zweite Auflage, Berlin 1866, S. 141, §. 65. Ferner sind die Instructionen hannoverscher Eisenbahntechniker zu erwähnen, woselbst sich als Anlage Nr. 6, Littr. B, schöne Tabellen mit der Ueberschrift finden: Zusammenstellung der Preise für Gewinnung und Transport der Bodenmassen. Das beste seiner Art, was dem Verfasser bekannt ist, sind aber die von Mohr berechneten Tabellen in dem bereits vorher citirten Aufsatze (a. a. O. S. 159 bis 162) mit der Ueberschrift: „Arbeitsleistungen und Kosten bei Erdförderungen.“

stelle, fast ausschliesslich vier- und sechsrädrige Fuhrwerke, geräumigere und bequemere Personenwagen und durchgängig doppelte, elastische Zug- und Stoss- (Buffer-) Apparate.

Nachstehende Abbildungen, Fig. 164 bis mit Fig. 167, stellen einen der neuesten und besten offenen vierrädrigen Güterwagen der hannoverschen

Fig. 164.

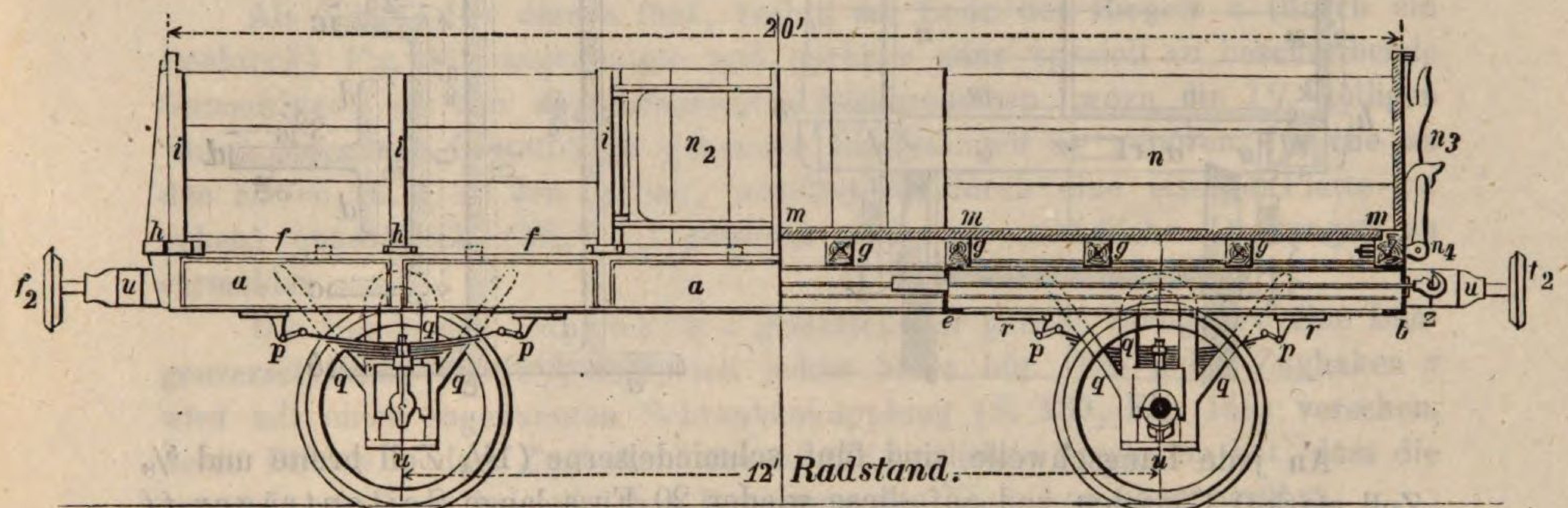
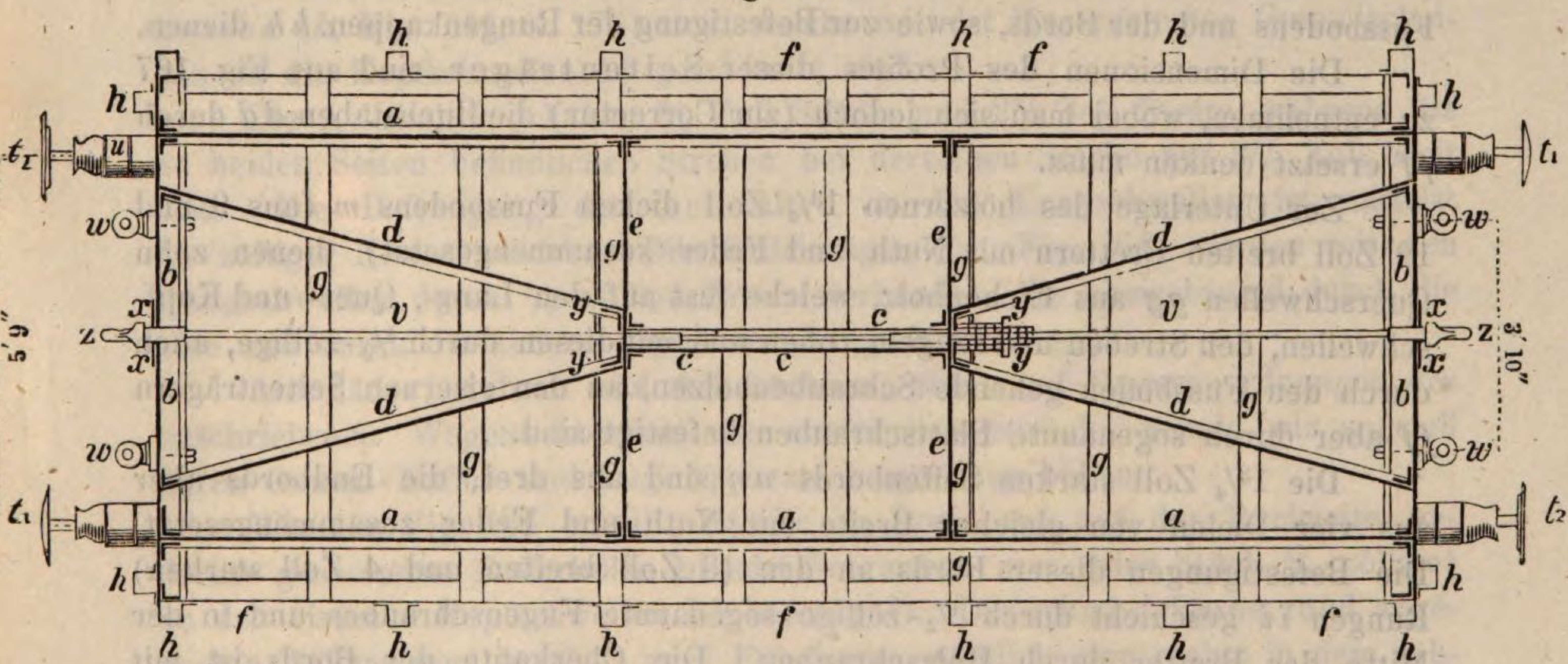


Fig. 165.



Staatsbahnen mit ganz eisernem Untergestell und hölzernem Oberbau dar, welcher, bei 20 Fuss Kastenlänge, 100 Ctnr. Eigengewicht hat und 200 Ctnr. Tragfähigkeit besitzt.

Das Untergestell wird aus zwei I-förmigen Langschwellen (Langträgern) *aa*, zwei [-förmigen Kopfschwellen *bb*, und zwei [-förmigen Querschwellen *ee* gebildet, sämmtlich von $9\frac{1}{4}$ Zoll engl. ($23\frac{1}{2}$ Centimeter) Höhe und $\frac{3}{8}$ Zoll ($9\frac{1}{2}$ Millimeter) Dicke, ferner aus vier ebenfalls [-förmigen Streben *dd* und einem [-förmigen Riegel *c*, jeder der letzteren fünf von 6 Zoll Höhe und von sonstigen Dimensionen, welche aus Fig. 167 zu entnehmen sind. Die eisernen Langträger sind 19 Fuss $11\frac{1}{4}$ Zoll lang, die Kopfschwellen 8 Fuss, die Querträger 6 Fuss $4\frac{1}{2}$ Zoll, die Streben 7 Fuss $7\frac{1}{2}$ Zoll, der Riegel 5 Fuss $4\frac{1}{2}$ Zoll.

Die Verbindung aller dieser Theile zu dem in der Grundrissfigur 165 übersichtlich dargestellten Bau erfolgt durch Winkeleisen und Vernietungen. Der Abstand der Langschwellen, von Mitte zu Mitte derselben gerechnet, beträgt 6 Fuss $4\frac{7}{8}$ Zoll.

Fig. 166.

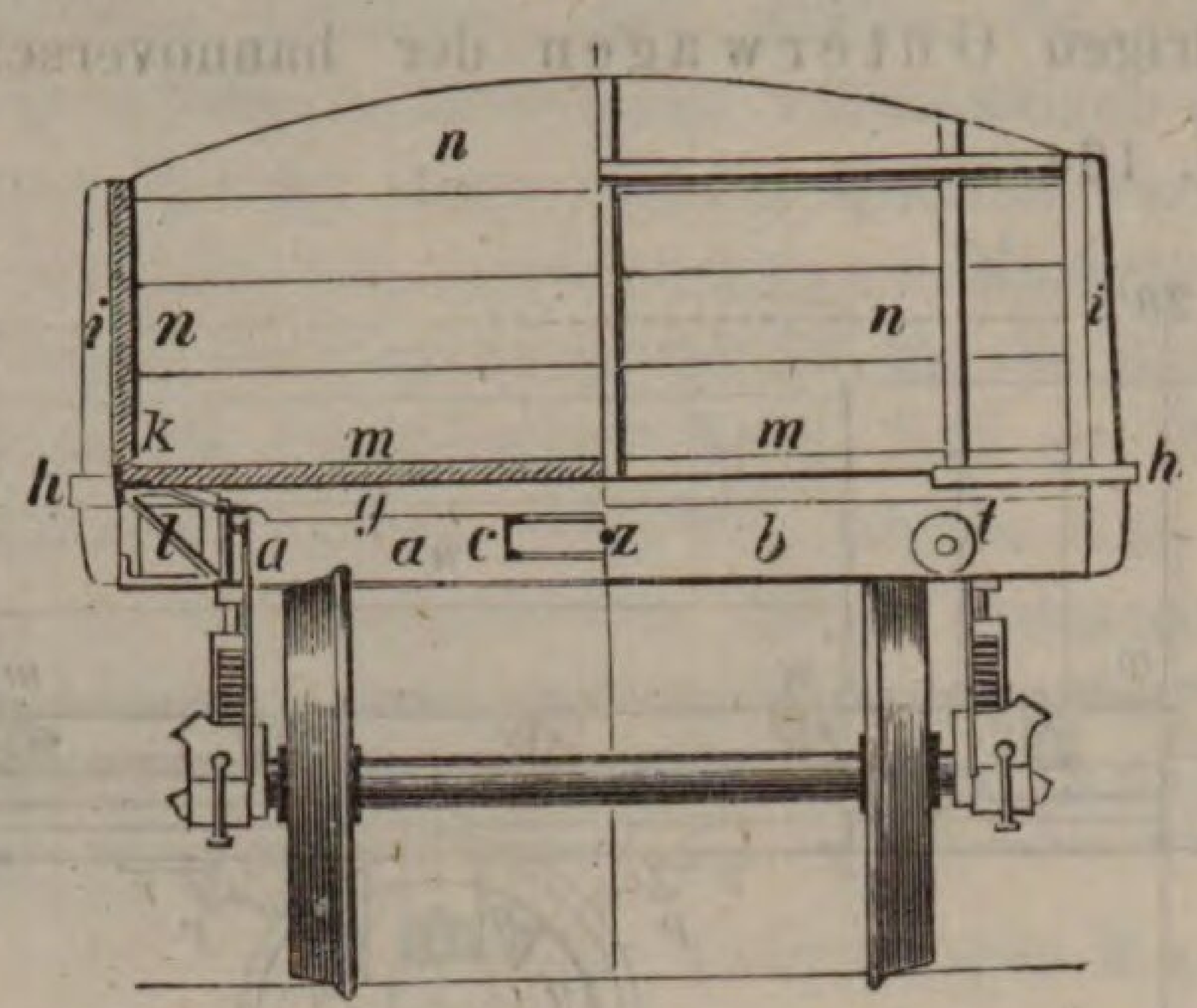
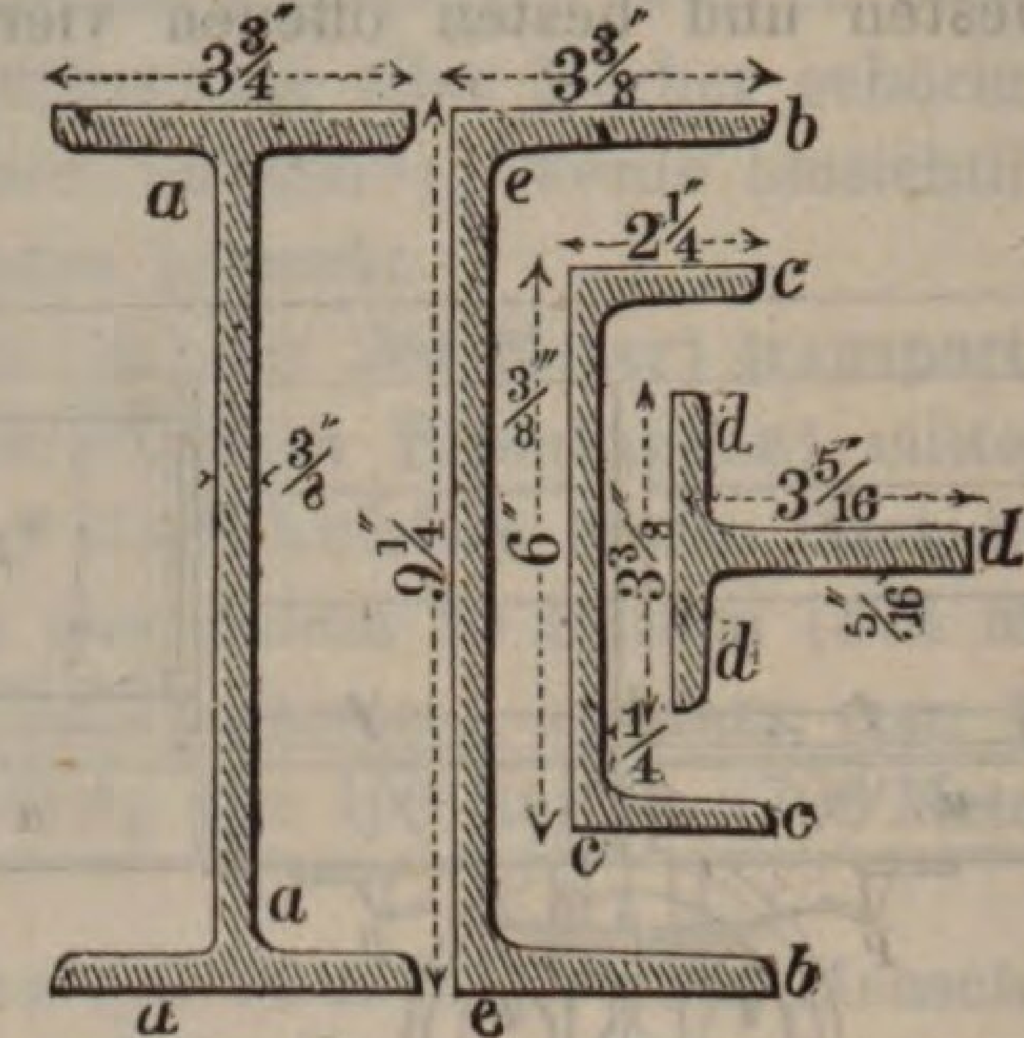


Fig. 167.



An jede Langschwelle sind fünf schmiedeiserne ($1\frac{3}{4}$ Zoll breite und $\frac{5}{8}$ Zoll starke) Consolen und auf diese wieder 20 Fuss lange Seitenträger *ff* (Oberbäume, Saumschwellen) von T-Eisen genietet, welche zur Stütze des Fussbodens und der Bords, sowie zur Befestigung der Rungenkappen *hh* dienen.

Die Dimensionen des Profiles dieser Seitenträger sind aus Fig. 167 zu entnehmen, wobei man sich jedoch (zur Correctur) die Buchstaben *dd* durch *ff* ersetzt denken muss.

Zur Unterlage des hölzernen $1\frac{3}{4}$ Zoll dicken Fussbodens *m* (aus 9 und 12 Zoll breiten Brettern mit Nuth und Feder zusammengesetzt) dienen zehn Querschwellen *gg* aus Eichenholz, welche fest auf den Lang-, Quer- und Kopfschwellen, den Streben und Riegeln ruhen und mit diesen durch $\frac{1}{2}$-zöllige, auch durch den Fussboden gehende Schraubenbolzen, an den eisernen Seitenträgern *ff* aber durch sogenannte Blattschrauben befestigt sind.

Die $1\frac{3}{4}$ Zoll starken Seitenbords *nn* sind aus drei, die Endbords aber aus vier Dielen von gleicher Breite mit Nuth und Feder zusammengesetzt. Die Befestigungen dieser Bords an den (3 Zoll breiten und 4 Zoll starken) Rungen *ii* geschieht durch $\frac{1}{2}$-zöllige sogenannte Fugenschrauben und in der Mitte der Bretter durch Holzschrauben. Die Oberkante der Bords ist mit Bandeisen bekleidet.

Alle überhaupt an derartigen Wagen vorkommende Schrauben von derselben Stärke haben ein gleiches, rein ausgeschnittenes, mit dem Whitworth'schen System übereinstimmendes Gewinde.

Die Seitenbords haben in der Mitte doppelflüglige Thüren n_2 (Fig. 164), deren Scharniere an den benachbarten Rungen (Eckrungen von $4\frac{1}{2}$ Zoll Stärke) befestigt sind. Zur Verbindung der Bords über den Thüren dient eine an Scharnieren befestigte, aufzuklappende eiserne Flachschiene und zum Verschluss der Thüren ein durch einen Hebel zu bewegender Riegel, welcher oben in die Flachschiene und unten in einen Krampen eingreift.

Die Verbindung der Seitenbords mit dem einen Endbord links in Fig. 164 geschieht durch in einander greifende Haken, wogegen das andere Endbord

rechts um oben sitzende Zapfen n_3 drehbar gemacht ist und durch eine an dem hölzernen Kopfträger sitzende Daumwelle n_4 geschlossen wird.

Es erübrigt jetzt noch (von Rädern, Federn u. s. w. abgesehen) der elastischen Stoss- und Zug-Apparate zu gedenken. Die vorhandenen Buffer *u* (Fig. 164) sind aus Gummischeiben (von weiter unten angegebener Detailconstruction) gebildet, während die zugehörigen Bufferstangen abwechselnd mit pilzartigen und mit flachen Bufferscheiben t_1 und t_2 versehen sind, und zwar letztere Flächenformen aus den bereits S. 179 hinlänglich erörterten Gründen.

Als Zugfeder dienen fünf, rechts am Ende des Riegels *c* (durch ein Rechteck) Fig. 165 angedeutete und nachher ganz speciell zu beschreibende Gummiringe, mit vier zwischengelegten Blechscheiben, wozu die 1½-zölligen durch die ganze Gestelllänge gehenden Rundstangen *vv* gehören, welche an den Enden (d. h. an den Stellen, woselbst sie durch eine eiserne Platte *xx* gehen) quadratisch (1¾″ □) gestaltet sind, um schädliche Drehungen zu vermeiden.

Die Bunde der Zughaken *z* gestatten der ganzen Stange *vv* eine Längenverschiebung von 2½ Zoll nach jedem Ende hin. Ein jeder Zughaken *z* wird mit einer sogenannten Schraubenkupplung (S. 180, Fig. 149) versehen, deren Bolzen in dem Zughakenloche so viel seitlichen Spielraum hat, dass die angespannte Kette bei seitlicher Bewegung den Zughaken eben berührt.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass *ww* die Oesen der sogenannten Nothketten (*k*, Fig. 144, S. 176) sind, welche mittelst hintergelegter Gummischeiben an die Kopfschwellen *bb* geschraubt sind.

Die Achshalter *q* haben ¾ Zoll Stärke und 2¾ Zoll Breite, während die zu beiden Seiten befindlichen Streben bei derselben Stärke nur 2½ Zoll breit sind. Die Befestigung der Achshalter an den Langschwellen ist mittelst ⅝-zölliger Nieten bewirkt. Die Federträger *rp*, Fig. 164, werden mit den Langschwellen durch ⅝-zöllige Nieten verbunden, die abwechselnd durch die eine und durch die andere Rippe der Langschwellen gehen.

Auf Räder, Achsen und Achsbüchsen, sowie auf Bremsanordnungen des beschriebenen Wagens kommen wir ausführlich zurück, sobald wir speciell deren Gummi-Buffer- und Zug-Apparate besprochen haben.

Wie aus Fig. 168 erhellt, ist die im Loch und auf der Rückseite gedrehte gusseiserne Bufferhülse mittelst Schrauben *mm* (vier Stück ⅝-zöllige) an den eisernen Kopfschwellen *hh* befestigt[1]). Die schmiedeiserne rund abgedrehte Bufferstange *b* erhält zwei Führungen, nämlich eine rechts in dem röhrenförmig zusammengezogenen Ende der Bufferhülse und eine andere links in der [-förmigen Kopfschwelle *h*, wobei sie an letzterer Stelle noch durch eine Scheibe mit Schraubenmutter *i* und Vorstecker gegen Herausziehen verwahrt ist. Die grosse pilzartige Bufferscheibe ist durch Niete mit der hierzu am Ende gestauchten Bufferstange (wie aus der Abbildung erhellt) verbunden[2]). Mittelst eines Ansatzes drückt die Bufferstange *b* auf die starke, gusseiserne Scheibe *d* und diese auf vier getrennte Gummiringe *ff*, welche innerhalb mit

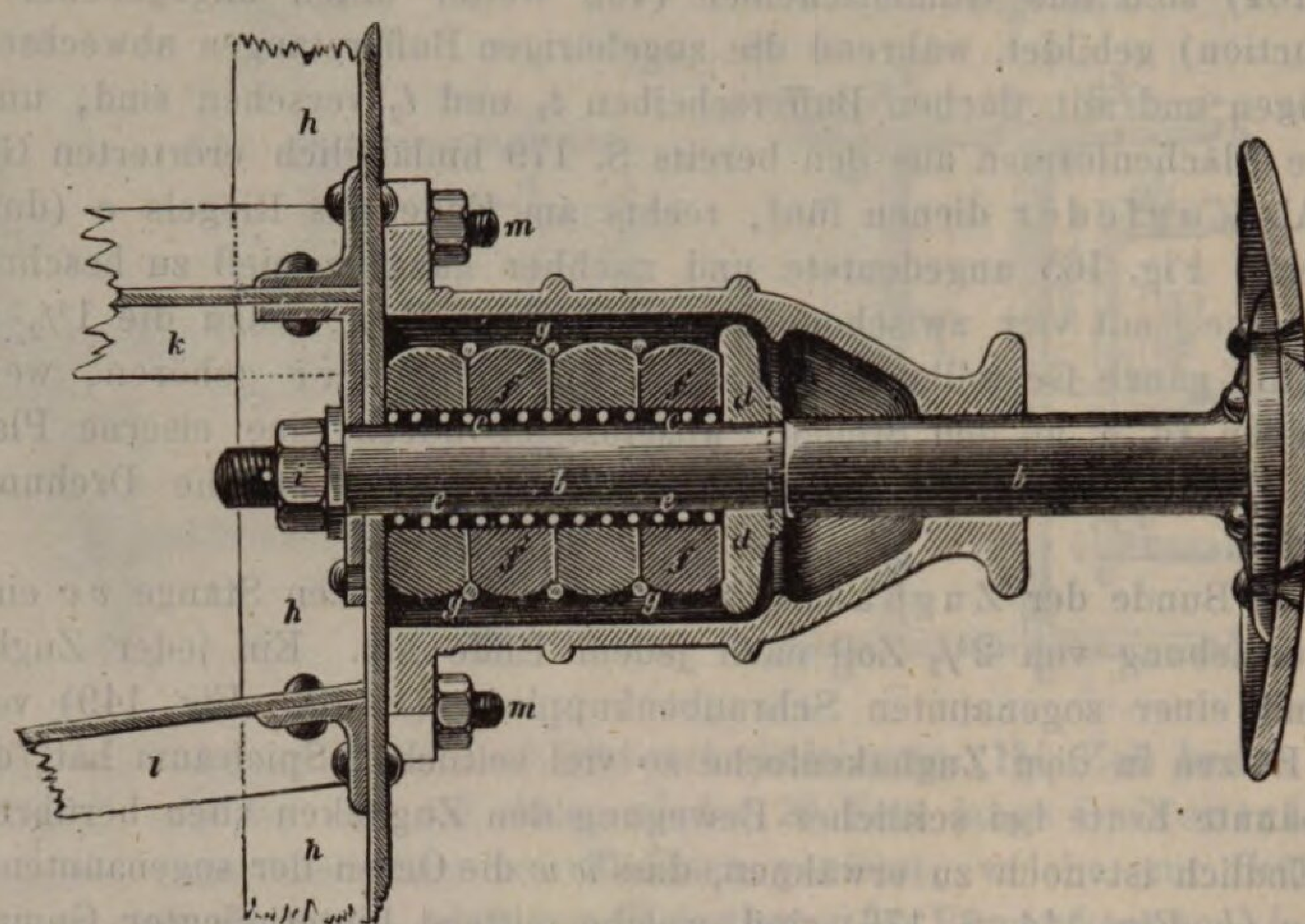
1) Die Langträger des Untergestelles sind in Fig. 168 mit *k*, die Streben mit *l* bezeichnet.

2) Man sehe auch Heusinger von Waldegg: „Ueber elastische Zug- und

Spiralfedern *ee* ausgefüttert und am Umfange mit eisernen Ringen *gg* umgeben sind.

Bei anderen Bahnen hält man Trennungsscheiben aus verzinntem Eisenblech

Fig. 168.



zwischen den Gummiringen (ähnlich Fig. 169) für erforderlich; sowie daselbst auch ganz schmiedeiserne Bufferhülsen im Gebrauche sind[1]).

Die Frage, ob Gummi oder Federn aus Stahl zu den Zug- und Stoss-Apparaten vorzuziehen sind, wurde bei der im September 1865 zu Dresden abgehaltenen Techniker-Versammlung der deutschen Eisenbahn-Verwaltungen dahin beantwortet, dass bei guter Construction und Ausführung, sowie bei gutem Materiale, sich beide Systeme bewährt hätten[2]).

Den bereits erwähnten Gummi-Zugapparat unseres Wagens zeigt Fig. 169 (von unten gesehen) in $1/8$ wahrer Grösse. Ueber die Zugstange *v* ist erst eine starke gusseiserne Scheibe *δ*, sodann fünf Gummiringe *αα*, ferner zwischen letztere vier Bleche *ββ* und endlich eine ovale schmiedeiserne Platte *γγ* geschoben, worauf das Ganze mittelst Schrauben kastenförmig am Querträger *e* des Wagengestelles gehörig befestigt ist.

Die Befestigungsschrauben gehen durch die Platte *γ* frei hindurch, die Schraubenbolzen bilden Führungen für die verschiebbare Platte, während sich die Gussplatte *δ* gegen einen Ansatz des viereckigen Theiles der Zugstange *v* lehnt, derartig, dass bei einer Verschiebung der Zugstange *v* von links nach

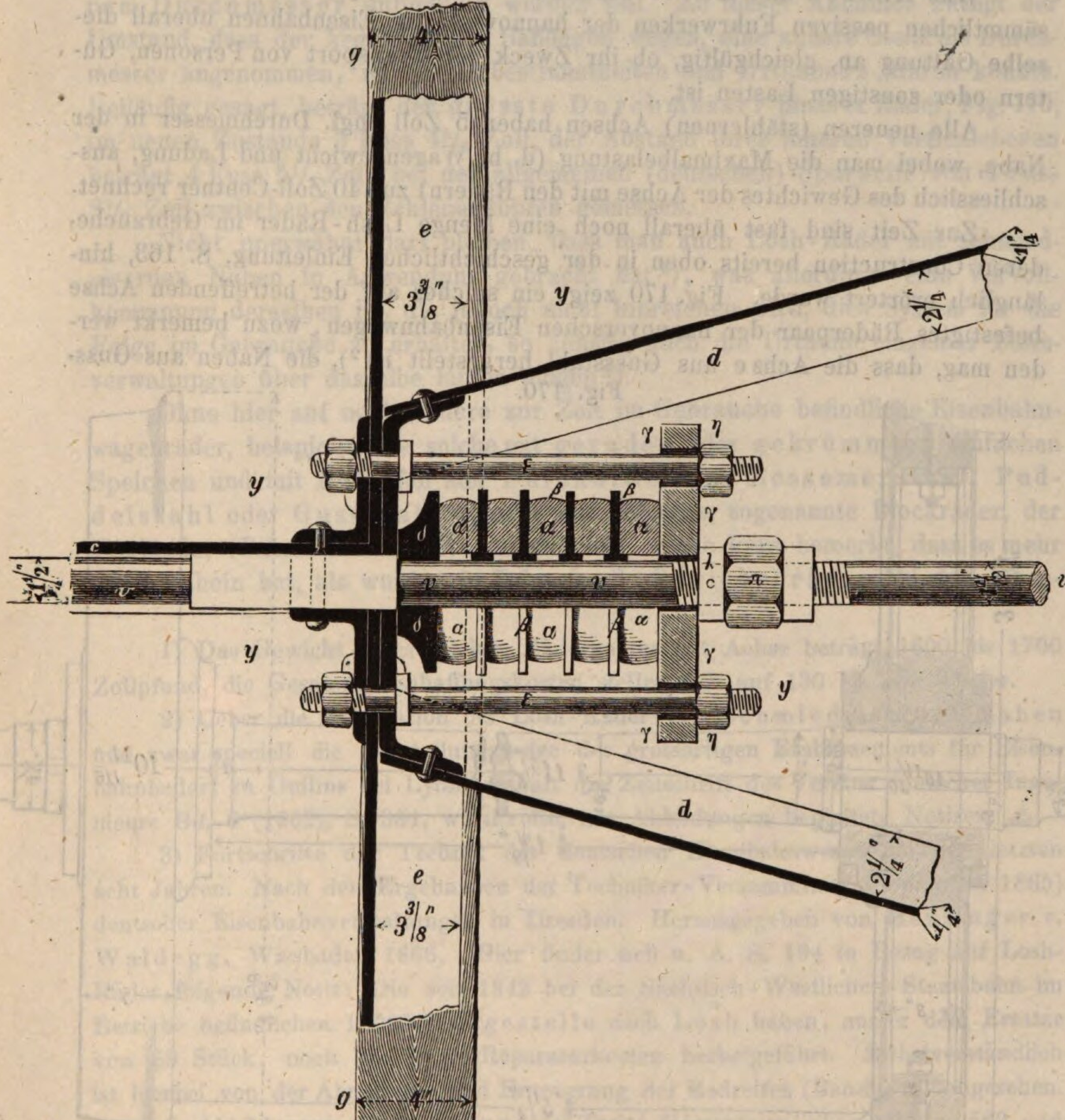
Stoss-Apparate an Eisenbahnwagen, insbesondere Gummi-Apparate," Organ u. s. w. Neue Folge, Bd. 2 (Jahrgang 1865), S. 205.

1) Abbildungen bei Heusinger a. a. O. S. 205. Daselbst sind auch die Spener'schen Gummibuffer aus doppelten und einfachen abgestutzten Kegeln abgebildet und beschrieben, wie sie u. A. auf der Theiss-Eisenbahn in Anwendung sein sollen.

2) Man sehe deshalb die betreffenden Referate in den „Fortschritten der Technik des deutschen Eisenbahnwesens." Wiesbaden 1866, S. 153.

rechts die Platte δ mitgenommen und gegen die Gummischeiben gepresst wird. Rechts unmittelbar hinter der ovalen Platte γ ist auf der Zugstange v ein Bund λ durch einen Stift unverrückbar befestigt, während π die Mutter einer

Fig. 169.



Schraubenkupplung ist, wodurch ein Justiren der Zugstangenlänge möglich wird. Bei einem von rechts nach links gerichteten Zuge drückt der Bund λ gegen die Platte γ und diese wieder presst die Gummischeiben $\alpha\alpha$ zusammen u. s. w.

Andere, mehr oder weniger ähnliche Zugvorrichtungen, namentlich auch solche, wobei die **Spencer**'schen Doppelkegel in Anwendung gebracht sind, finden sich beschrieben und abgebildet in dem bereits citirten Aufsatze des Herrn v. **Heusinger**[1]).

1) A. a. O. S. 208 bis 209, Specielles über die Construction der Gummi-Zug-Apparate.

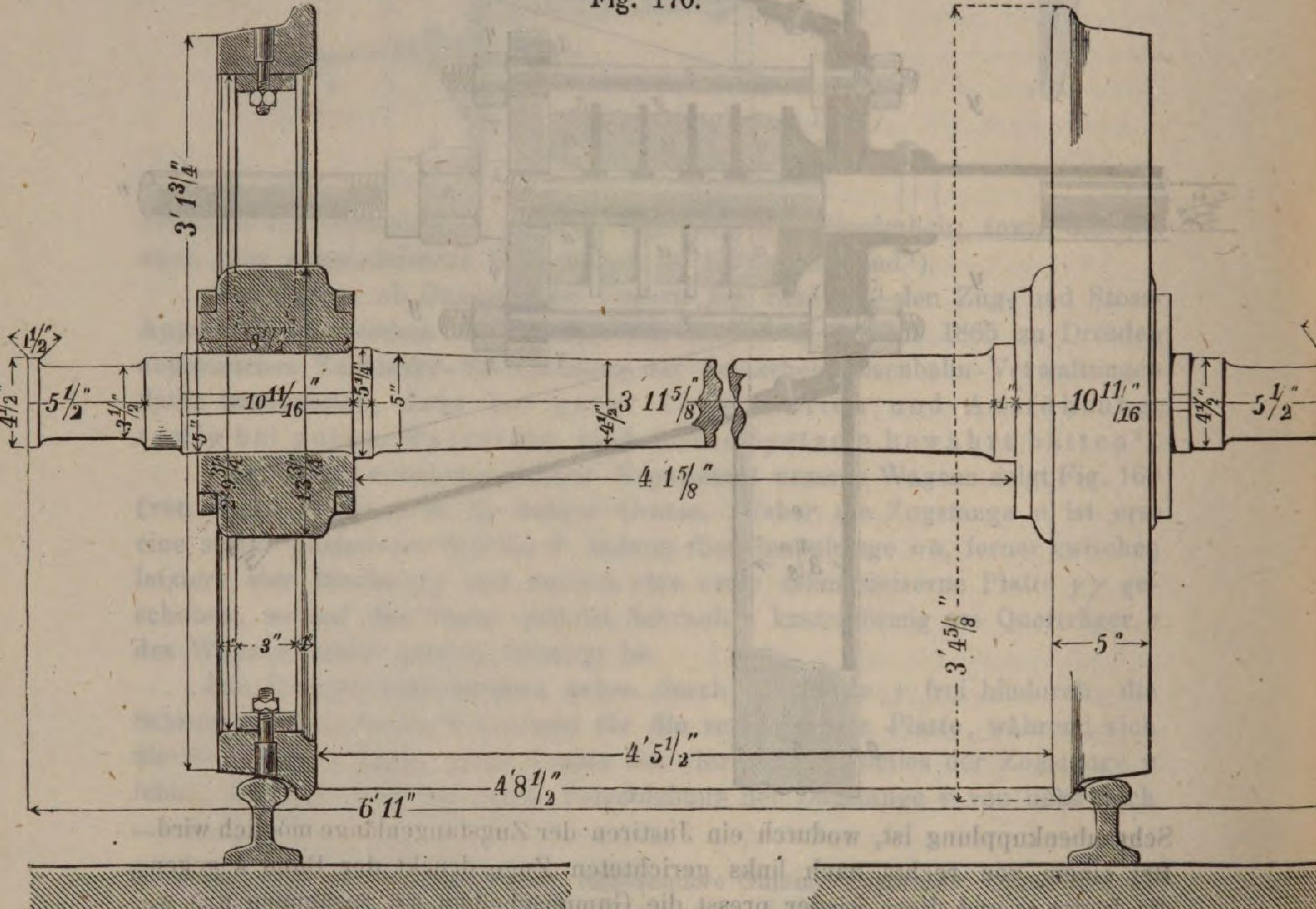
Letztgenannter Ingenieur bezeichnet als Hauptursachen der oft raschen Zerstörungen der Gummifedern unrichtige Dimensionen und fehlerhafte Anwendung und namentlich schlechte Materiale derselben [1]).

Was **Achsen** und **Räder** unseres Wagens anlangt, so wendet man bei sämmtlichen passiven Fuhrwerken der hannoverschen Eisenbahnen überall dieselbe Gattung an, gleichgültig, ob ihr Zweck der Transport von Personen, Gütern oder sonstigen Lasten ist.

Alle neueren (stählernen) Achsen haben 5 Zoll engl. Durchmesser in der Nabe, wobei man die Maximalbelastung (d. h. Wagengewicht und Ladung, ausschliesslich des Gewichtes der Achse mit den Rädern) zu 140 Zoll-Centner rechnet.

Zur Zeit sind fast überall noch eine Menge Losh-Räder im Gebrauche, deren Construction bereits oben in der geschichtlichen Einleitung, S. 163, hinlänglich erörtert wurde. Fig. 170 zeigt ein solches auf der betreffenden Achse befestigtes Räderpaar der hannoverschen Eisenbahnwagen, wozu bemerkt werden mag, dass die Achse aus Gussstahl hergestellt ist [2]), die Naben aus Guss-

Fig. 170.



1) Ausführliches hierüber a. a. O. S. 211.

2) Das Material zu den bei Eisenbahnwagen überhaupt vorkommenden Achsen ist entweder Schmiedeisen, Puddelstahl oder Gussstahl. Die schmiedeisernen lassen sich wieder unterscheiden in solche aus Patentbündeleisen, aus Feinkorn- und gewöhnlich geschmiedetem Eisen.

eisen und die Reifen (Bandagen) aus Puddelstahl bestehen [1]). In Bezug auf die in unserer Figur eingeschriebenen Maasse werde auf den Umstand aufmerksam gemacht, dass hier wie in der Folge überall der kleinste Durchmesser der Räder, also in Fig. 170 das Maass von 3 Fuss $1^3/_4$ Zoll, als deren Durchmesser aufgeführt werden soll. Zu dieser Annahme zwingt der Umstand, dass der kegelförmigen Bandagen wegen, eine andere Stelle als Durchmesser angenommen, nur zu Unbestimmtheiten und Irrthümern führen könnte. Beiläufig gesagt, beträgt der grösste Durchmesser unserer Räder, Fig. 170, im neuen Zustande 3 Fuss $4^5/_8$ Zoll, der Abstand ihrer inneren Verticalebenen beträgt 4 Fuss $5^1/_2$ Zoll, bei der allgemeinen (deutschen) Spurweite von 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll zwischen den Schienenköpfen gemessen.

Nicht unerwähnt darf bleiben, dass man auch Losh-Räder mit schmiedeisernen Naben in Anwendung gebracht hat [2]), was allerdings eine Vervollkommnung derselben ist, die jedoch nicht hinreichen wird, dies System für die Folge im Gebrauche zu erhalten, so günstig auch die Urtheile einzelner Bahnverwaltungen über dasselbe lauten mögen [3]).

Ohne hier auf noch andere zur Zeit im Gebrauche befindliche Eisenbahnwagenräder, beispielsweise solche mit geraden oder gekrümmten einfachen Speichen und mit Radreifen aus Feinkorneisen, Bessemerstahl, Puddelstahl oder Gussstahl [4]), oder auf hölzerne, sogenannte Blockräder, der Engländer (Patent Stableford) [5]) einzugehen, werde kurz bemerkt, dass es mehr als Anschein hat, als würden in Zukunft alle Speichenräder bei den Eisen-

1) Das Gewicht eines solchen Räderpaares mit Achse beträgt 1600 bis 1700 Zollpfund, die Gesammtanschaffungskosten stellen sich auf 130 bis 135 Thaler.

2) Ueber die Fabrikation der Losh-Räder mit schmiedeisernen Naben und zwar speciell die Herstellungsweise des grossartigen Etablissements für Eisenbahnbedarf zu Oullins bei Lyon, enthält die Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 6 (1862), S. 384, werthvolle, mit Abbildungen begleitete Notizen.

3) Fortschritte der Technik des deutschen Eisenbahnwesens in den letzten acht Jahren. Nach den Ergebnissen der Techniker-Versammlung (September 1865) deutscher Eisenbahnverwaltungen in Dresden. Herausgegeben von Heusinger v. Waldegg, Wiesbaden 1866. Hier findet sich u. A. S. 194 in Bezug auf Losh-Räder folgende Notiz: Die seit 1842 bei der Sächsisch-Westlichen-Staatsbahn im Betriebe befindlichen 10000 Radgestelle nach Losh haben, ausser dem Ersatze von 89 Stück, noch gar keine Reparaturkosten herbeigeführt. Selbstverständlich ist hierbei von der Abnutzung und Erneuerung der Radreifen (Bandagen) abgesehen.

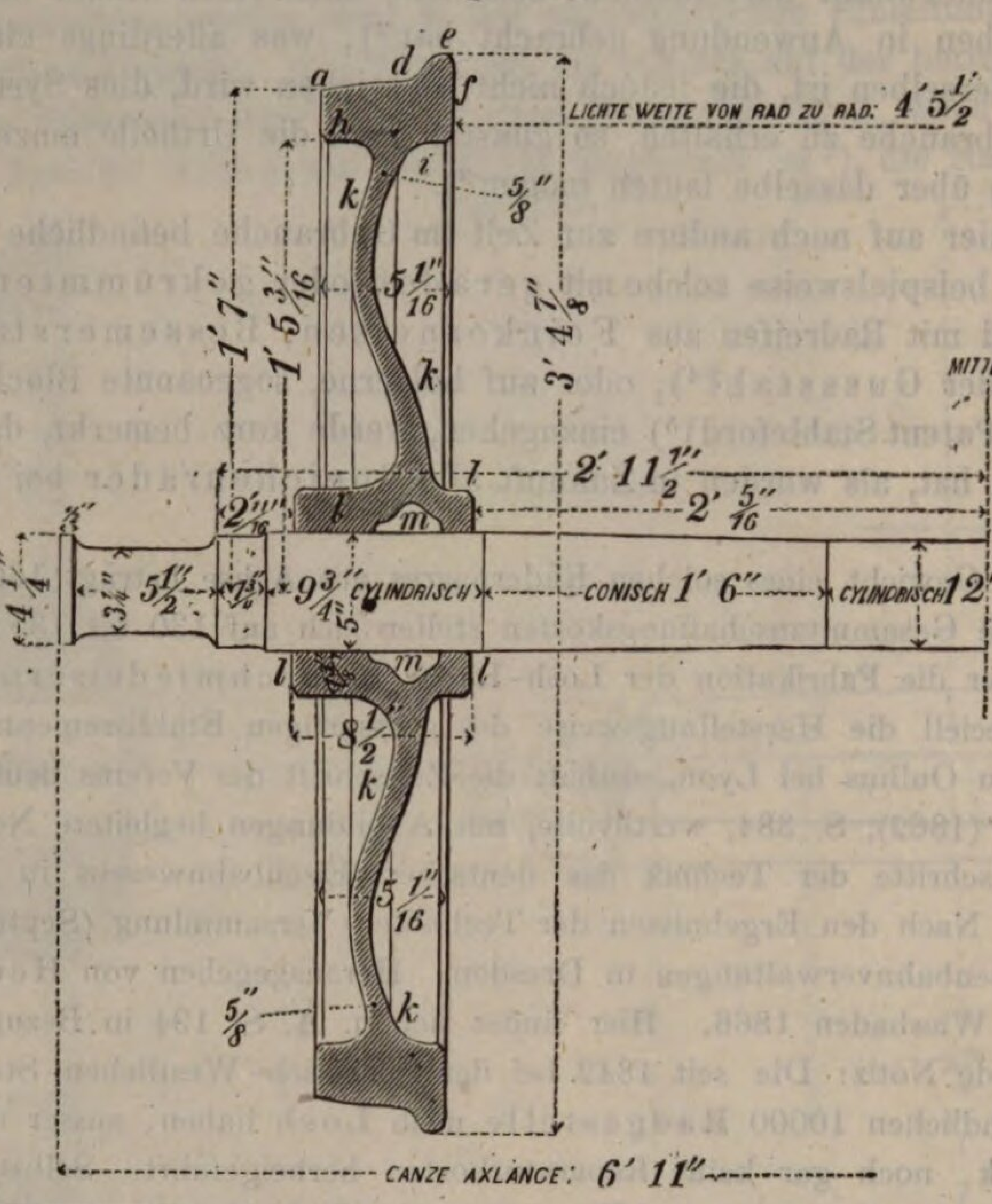
4) Abbildungen in Perdonnet's Traité élémentaire, Tome 2, p. 562 und besonders in den Profilzeichnungen der Actien-Gesellschaften Phönix in Laar bei Ruhrort und des Hörder Bergwerks- u. Hütten-Vereins. Letztere sind auch im Buchhandel (Ernst u. Korn in Berlin, 1864) erschienen. Auch verdient ein älterer Artikel des Heusinger'schen Organs Bd. 3, S. 158 Erwähnung, wo über die Räder von Losh, Stephenson, Haddan, Bramah, Cottam und Heusinger gehandelt wird.

5) Sammann, Amtlicher Bericht über Classe 5 der Londoner Industrie-Ausstellung im Jahre 1862. Des Gesammtberichts Bd. 3, S. 437 u. s. w. Daselbst wird auch über die Fabrikation der erwähnten Radreifen ausführlich berichtet.

bahnwagen (mit Ausnahme der Locomotiven) verschwinden und durch sogenannte Scheibenräder ersetzt werden [1]).

Fig. 171 und 172 zeigen ein Scheibenrad aus Stahlguss vom Bochumer Vereine für Bergbau- und Gussstahlfabrikation, wie sie u. A. bei den hannoverschen Eisenbahnen bereits vielfach in Anwendung sind. Hier bilden Naben, Radsterne (Speichen), Unterreifen und Bandagen ein einziges Gussstück, von der aus Fig. 171 erkennbaren Profilgestalt, wobei, ähnlich den Daelen'schen schmiedeisernen Rädern, die Scheiben *kk*, zur Elasticitätserhöhung, doppelt gebogen sind und die Nabe *l* bei *mm* zur Vermeidung nachtheiliger Spannungen entsprechend ausgespaart ist, endlich *pp*, Fig. 172, Löcher sind, welche beim Aufziehen der Räder auf die Achsen, sowie beim Abdrehen

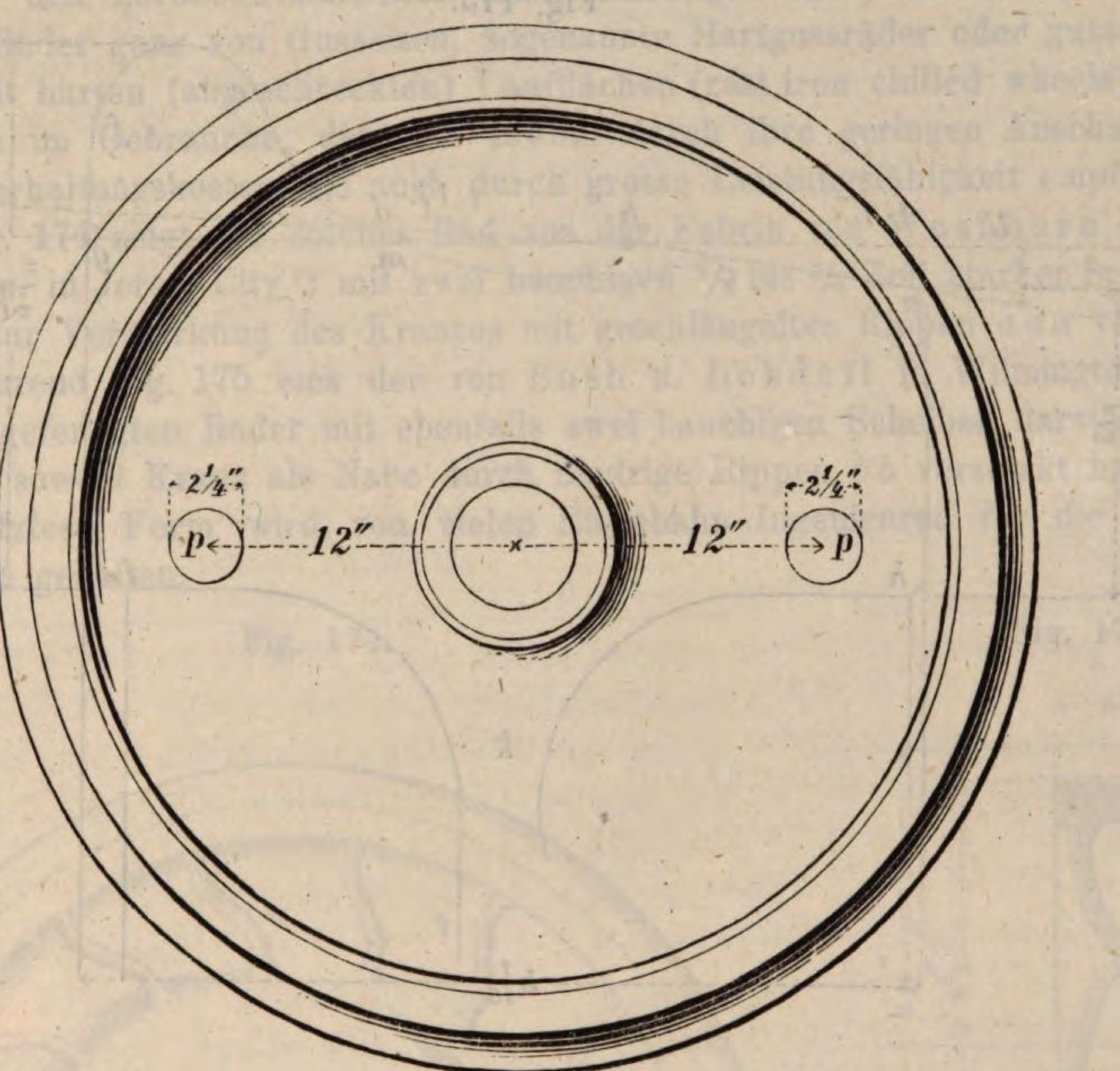
Fig. 171.



1) Die sogenannten Scheibenräder der Eisenbahnfuhrwerke und insbesondere deren Fabrikation. Beschrieben und mit Abbildungen begleitet von Rühlmann in den Mittheilungen des hannoverschen Gewerbe-Vereins 1858, S. 14. — Fabrikationsmethode von Eisenbahnrädern aus Schmiedeisen, nach Daelen in Hörde, wobei Nabe und Speichen aus einem Stück gebildet sind. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 2 (1858), S. 287. — Ferner: Ebendaselbst Bd. 6 (1862), S. 579: Ludewig, Ueber Daelen's neue Construction von Scheibenrädern für Eisenbahnwagen. — Sammann a. a. O. S. 434: Ueber die Fabrikation der Daelen'schen Scheibenräder. — Endlich: Daelen's neue Befestigungsweise der Radreifen, Heusinger's Organ, Neue Folge, Bd. 1 (1864), S. 72, mit Abbildungen auf Tafel 6.

(Nachdrehen) des Reifens *aefh* erforderlich werden. Die Radachse, Fig. 171 (von beiläufig gesagt 5 Zoll Dicke an der Nabenstelle und 6 Fuss 11 Zoll Länge), besteht gleichfalls aus Gussstahl [1]).

Fig. 172.



Bemerkt zu werden verdient, dass der äussere Umfang des Reifens, d. h. die Lauffläche, bei ganz neuen derartigen Rädern keine Fläche von überall gleicher Neigung [2]) bildet, sondern aus zwei Flächen von verschiedener Neigung zusammengesetzt ist, wie die in halber wirklicher Grösse gezeichnete Fig. 173 erkennen lässt, wo die Neigung der einen Fläche *ab* gleich $^1/_7$, die der anderen *bd* nur $^1/_{17}$ ist, so dass bei *b* eine Erhöhung gebildet wird [3]). Diese Anordnung

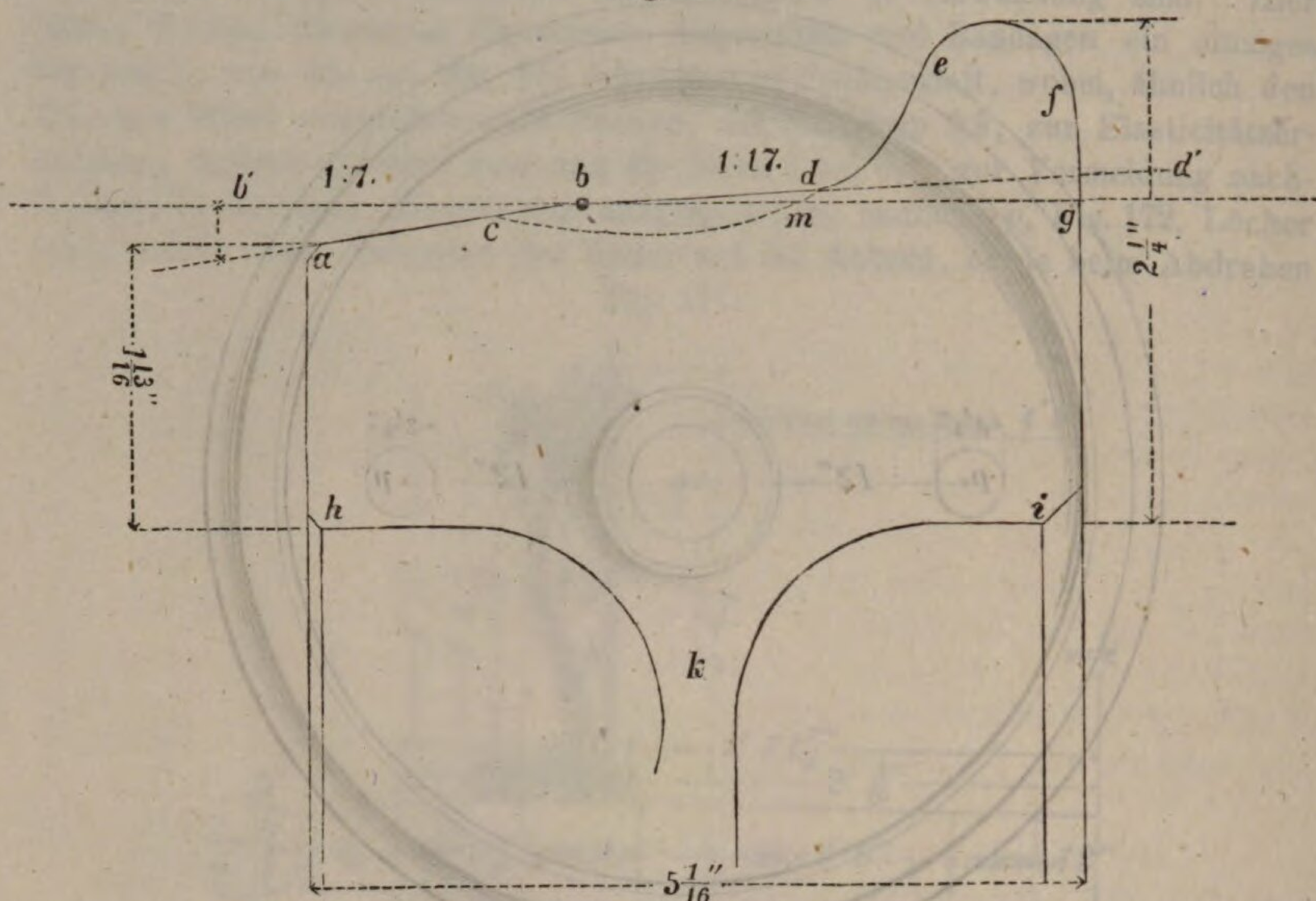
1) Ein 1600 Pfd. wiegendes complettes Räderpaar, Gussstahlachse mit zwei Gussstahlrädern, kostet gegenwärtig etwas über 200 Thaler.

2) Nach den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Eisenbahnen, Grundzüge u. s. w. (Dresdener Versammlung 1865), wird §. 152 hinsichtlich der Radreifen eine konische Form von mindestens $^1/_{20}$ Neigung verlangt.

3) In den vorher citirten Grundzügen wird in Bezug auf Wagenräder noch Folgendes verlangt: §. 153. Die Radreifen sollen eine Breite von mindestens 5 Zoll und höchstens 6 Zoll haben. §. 154. Die geringste noch zulässige Stärke abgenutzter Radreifen ist für eiserne $^3/_4$ Zoll, für stählerne $^5/_8$ Zoll. §. 155. Der Spielraum für die Spurkränze darf nicht unter $^3/_8$ Zoll und nicht über 1 Zoll betragen. §. 156. Die Höhe der Spurkränze darf von der Oberfläche der Schiene gemessen bei mittlerer Stellung des Rades im Zustande der grössten Abnutzung $1^3/_8$ Zoll nicht überschreiten und überhaupt nicht weniger als 1 Zoll betragen.

trifft man deshalb, um die Abnutzung der Bandagen so viel als möglich auszugleichen, welche in der Regel zwischen *c* und *a* nach der punktirt angegebenen Linie *cmd* stattfindet. Bei einer Lauffläche von überall gleicher Neigung würde

Fig. 173.



Hinsichtlich der Achsen hat man sich über Folgendes vereinbart: §. 159, Achsen vom besten Eisen können bei einem Durchmesser in der Nabe von

4 Zoll (101^{mm})	mit	75 Zoll-Ctnr.
$4\frac{1}{2}$ „ (114^{mm})	„	100 „ „
5 „ (127^{mm})	„	130 „ „

Bruttolast im Maximum belastet werden. Bei Anwendung von Gussstahl können diese Belastungen um 30 Proc. erhöht werden. Für Personenwagen sind, der Sicherheit wegen, stets Achsen von nicht unter $4\frac{1}{2}$ Zoll (114^{mm}) Stärke anzuwenden. Die Achse soll an keinem Punkte stärker als in der Nabe sein. §. 160. Als zweckmässige Länge der Achsen von Mitte zu Mitte der Schenkel ist das Maass von 6 Fuss 3 Zoll bis 6 Fuss 7 Zoll (1^m,906 bis 2^m,008) anzunehmen. §. 161. Die Stärke der Achsschenkel ist der Bruttobelastung entsprechend zu wählen und wird mit Bezug auf §. 159 bei einem Schenkeldurchmesser von

$2\frac{5}{8}$ Zoll (67^{mm})	eine Bruttolast per Achse von	75 Zoll-Ctnr.
3 „ (76^{mm})	„ „ „ „ „	100 „ „
$3\frac{1}{4}$ „ (82^{mm})	„ „ „ „ „	130 „ „

als Maximum für angemessen erachtet. Bei Anwendung von Gussstahl können diese Belastungen um 30 Proc. erhöht werden. Bei einer Verminderung des Durchmessers durch Abnutzung unter diese Maasse ist die Achse für die correspondirende Last ausser Dienst zu setzen. Als Länge der Achsschenkel wird das $1\frac{3}{4}$- bis $2\frac{1}{4}$-fache des Durchmessers empfohlen. Alle scharfen Ansätze sind bei den Achsen als

bald eine der Bewegung hinderliche Vertiefung entstehen. Der Theil *ac* des Reifes ist ein für gerade Bahnstrecken fast nutzloses, für Curven aber ein durchaus erforderliches Stück.

Bei den nordamerikanischen Eisenbahnwagen sind, bereits seit vielen Jahren, Räder ganz von Gusseisen, sogenannte Hartgussräder oder gusseiserne Räder mit harten (abgeschreckten) Laufflächen (cast iron chilled wheels), ganz allgemein im Gebrauche, die sich sowohl durch ihre geringen Anschaffungs- und Unterhaltungskosten, als auch durch grosse Leistungsfähigkeit empfehlen.

Fig. 174 zeigt ein solches Rad aus der Fabrik von Washburn Hunts u. Comp. in Jersey City [1]) mit zwei bauchigen $^5/_8$ bis $^3/_4$ Zoll starken Scheiben, welche zur Verstärkung des Kranzes mit geschlängelten Rippen *aaa* versehen sind, während Fig. 175 eins der von Bush u. Lobdell in Wilmington (Delaware) gefertigten Räder mit ebenfalls zwei bauchigen Scheiben darstellt, wobei man sowohl Kranz als Nabe durch niedrige Rippen *bb* verstärkt hat.

Letztere Form wird von vielen Eisenbahn-Ingenieuren für die zweckmässigste gehalten.

Fig. 174.

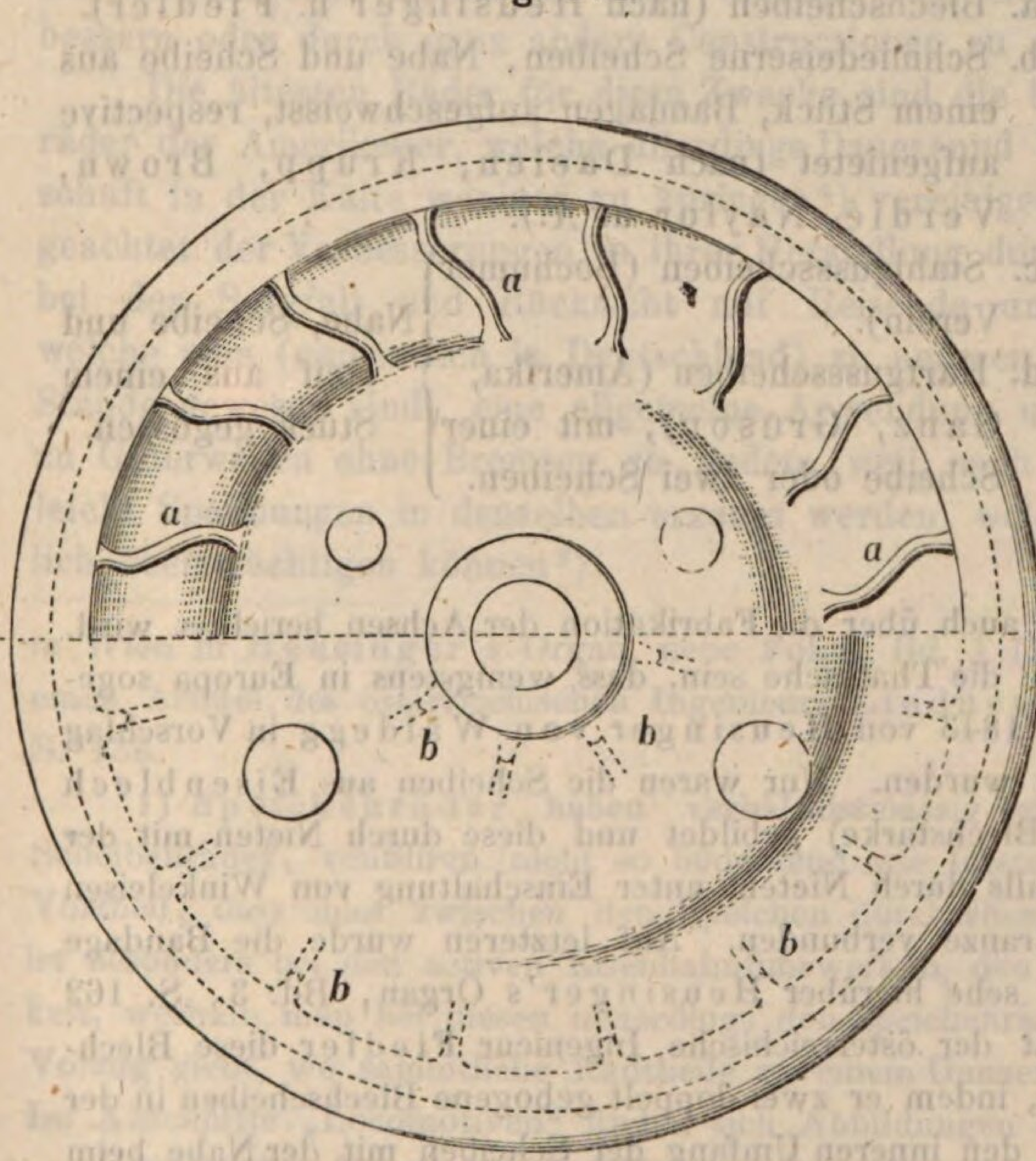
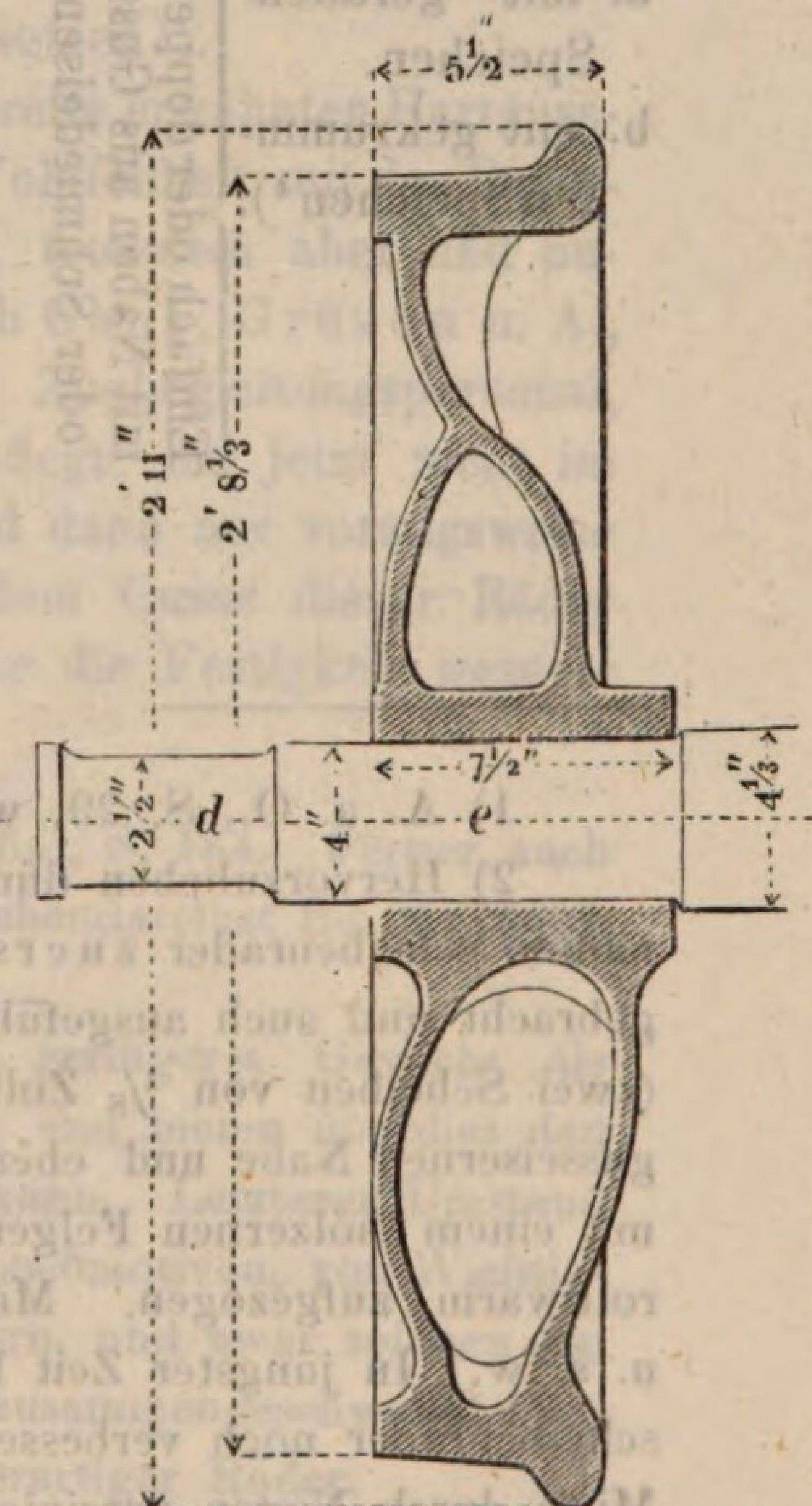


Fig. 175.



gefährlich zu vermeiden. Der Uebergang in den Achsschenkel ist durch eine Curve zu vermitteln, deren Radius mindestens gleich der Stärke des Absatzes sein soll.

1) Henz, Aufsätze, betreffend das Eisenbahnwesen in Nord-Amerika, Berlin 1862, S. 24: Die Räder, Achsen und Achsbüchsen der amerikanischen Eisenbahn-Fahrzeuge. Auf S. 26 und ferner wird ausführlich die Fabrikation dieser Räder besprochen.

Die Achsen *def* sind bei allen amerikanischen Eisenbahnfuhrwerken schmiedeiserne und in den meisten Fällen aus Eisenabfällen (scarp-iron) hergestellt. Gussstählerne Achsen kamen wenigstens im Jahre 1859 noch nirgends vor [1]).

Seit einigen Jahren haben die Hartgussräder auch bei den europäischen Eisenbahnen Anwendung gefunden und besonders seit der Zeit, als sich zwei Etablissements (Ganz in Ofen und Grüson in Buckau bei Magdeburg) erfolgreich mit der Herstellung derselben beschäftigen.

Ohne noch auf die neuerdings wieder zur Anwendung gebrachten Blechscheibenräder hier einzugehen [2]), geben wir eine Uebersicht der gegenwärtig bei Eisenbahnwagen im Gebrauch befindlichen Radgattungen und verweisen übrigens auf die unten verzeichneten Quellen [3]).

I. Speichenräder.

(Räder mit sogenannten Radsternen.)

a. mit geraden Speichen.
b. mit gekrümmten Speichen [4]).

} Einfach oder doppelt mit Naben aus Gusseisen oder Schmiedeeisen.

II. Scheibenräder.

(Räder mit auf der Peripherie gleichmässig unterstütztem Kranze.)

a. Blechscheiben (nach Heusinger u. Fiedler).
b. Schmiedeiserne Scheiben, Nabe und Scheibe aus einem Stück, Bandagen aufgeschweisst, respective aufgenietet (nach Daelen, Krupp, Brown, Verdié, Naylor u. A.).
c. Stahlgussscheiben (Bochumer Verein).
d. Hartgussscheiben (Amerika, Ganz, Grüson), mit einer Scheibe oder zwei Scheiben.

} (c. und d.:) Nabe, Scheibe und Reif aus einem Stück gegossen.

1) A. a. O., S. 29, wo auch über die Fabrikation der Achsen berichtet wird.

2) Hervorzuheben dürfte die Thatsache sein, dass wenigstens in Europa sogenannte Scheibenräder zuerst 1843 von Heusinger von Waldegg in Vorschlag gebracht und auch ausgeführt wurden. Nur waren die Scheiben aus Eisenblech (zwei Scheiben von $1/8$ Zoll Blechstärke) gebildet und diese durch Nieten mit der gusseisernen Nabe und ebenfalls durch Nieten, unter Einschaltung von Winkeleisen mit einem hölzernen Felgenkranze verbunden. Auf letzteren wurde die Bandage rothwarm aufgezogen. Man sehe hierüber Heusinger's Organ, Bd. 3, S. 162 u. s. w. In jüngster Zeit hat der österreichische Ingenieur Fiedler diese Blechscheibenräder noch verbessert, indem er zwei doppelt gebogene Blechscheiben in der Mitte durch Nieten vereinigt, den inneren Umfang der Scheiben mit der Nabe beim Giessen der letzteren und den äusseren Umfang eben so mit dem Schalengussreifen direct verbindet. Man sehe hierüber die Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 6 (1862), S. 612 mit Abbildungen auf Tafel 26.

3) Ueber die Hartgussräder von Ganz und Grüson und über die der Londoner Ausstellung vom Jahre 1862 handelt eine empfehlenswerthe Zusammenstellung in Heusinger's Organ, neue Folge, Bd. 1 (1864), S. 124 bis 128.

4) Räder mit Losh-Radsternen hat man neuerdings mehrfach mit Reifen aus Schalenguss versehen. Man sehe besonders einen Aufsatz des Ingenieurs Irisch

Was die Vorzüge und Nachtheile der einen oder anderen dieser Radgattungen anlangt, so spricht bei der Entscheidung hierüber, ausser richtigen Constructionsprincipien und guter Ausführung, offenbar die Erfahrung wesentlich mit.

Selbstverständlich wird schliesslich dasjenige Rad zu den besten gezählt werden müssen, welches die Eigenschaften der Festigkeit, Dauer und der verhältnissmässigen Wohlfeilheit im höchsten Grade in sich vereinigt. Demgemäss hat man sich bis zur Gegenwart bestrebt, namentlich Räder herzustellen, welche Betriebsstörungen und die Sicherheit gefährdenden Zufällen wenig oder gar nicht ausgesetzt sind, wohin gehören: das Loswerden und Springen der Bandagen, Lockern eingegossener Speichen oder Scheiben, Springen der Unterreifen und Naben u. d. m.

Letztere Uebel tragen aber mehr oder weniger die meisten Speichenräder mit aufgezogenen Reifen an sich, weshalb man sich bestrebte, diese zu verbessern oder durch ganz andere Constructionen zu ersetzen[1]).

Die ältesten Räder für diese Zwecke sind die bereits erwähnten Hartgussräder der Amerikaner, welche allerdings Dauer und Wohlfeilheit mit der Eigenschaft in der Kälte weniger zu springen[4]) vereinigen, trotzdem aber und ungeachtet der Verbesserungen in ihrer Herstellung durch Ganz, Grüson u. A., bei der Sorgfalt und Rücksicht auf Reisende und Zugbegleitungspersonal, welche man (namentlich in Deutschland) zu nehmen pflegt, bis jetzt nicht im Stande gewesen sind, eine allgemeine Anwendung und dann nur vorzugsweise zu Güterwagen ohne Bremsen zu finden, weil nach dem Gusse dieser Räder leicht Spannungen in denselben erzeugt werden, welche die Festigkeit wesentlich beeinträchtigen können[3]).

in Wien in Heusinger's Organ, neue Folge, Bd. 1 (1864), S. 184. Ferner auch einen Artikel des österreichischen Ingenieurs Lindner, ebendaselbst Bd. 2 (1865), S. 138.

1) Speichenräder haben verhältnissmässig ein geringeres Gewicht als Scheibenräder, ventiliren nicht so bedeutend wie letztere und bieten überdies den Vortheil, dass man zwischen den Speichen durchsehen kann. Letzterer Umstand ist besonders bei den activen Eisenbahnfuhrwerken, den Locomotiven, von Wichtigkeit, weshalb man bei diesen neuerdings den Speichenrädern, und zwar solchen den Vorzug giebt, wo sämmtliche Radtheile zu einem Ganzen zusammengeschweisst sind. Im Abschnitte „Locomotiven" finden sich Abbildungen derartiger Räder.

2) In der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 6 (1862) wird S. 613 berichtet, dass die Schalengussräder der österreichischen Bahnen, im Winter $18\frac{60}{61}$, eine glänzende Probe bestanden haben. Während nämlich in Folge der ungewöhnlichen Kälte sehr viele schmiedeiserne Radreifen sprangen, war dies bei den gusseisernen Rädern nicht der Fall, obgleich in manchen Gegenden die Temperatur — 24° R. betrug.

3) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 6 (1862), S. 613. Sammann im Berichte über Classe 5 der Londoner Industrie-Ausstellung von 1862, S. 436.

Erfolgreicher haben sich die Stahlgussräder des Bochumer Vereins und die schmiedeisernen (Daelen'schen) des Hörder Bergwerks- und Hütten-Vereins gezeigt, wo Nabe, Scheibe und Bandagen beziehungsweise ein gegossenes und zusammengeschweisstes Ganzes bilden. Von einigen Seiten wird behauptet, dass die Bochumer Räder die verhältnissmässig wohlfeilsten und dauerhaftesten sind, dass jedoch die Daelen'schen Räder bei Verwendung zu Wagen mit Bremsen den ersteren vorgezogen zu werden verdienen [1]). Bei mehreren französischen Bahnen lobt man die Speichenräder von Arbel u. Comp. [2]), wo ebenfalls alle Theile zu einem festen Ganzen zusammengeschweisst sind. Bis weitere und längere Erfahrungen vorliegen [3]), wird man absolute Entscheidungen über die neueren Eisenbahnwagenräder vermeiden müssen und höchstens den hier unten in der Note [4]) abgedruckten Schlüssen beistimmen können, welche man aus den Referaten der wiederholt erwähnten Dresdner (1865) Eisenbahn-Techniker-Versammlung, am Ende zusammenstellte.

Ferner in den Referaten der Dresdner (1865) Eisenbahn-Techniker-Versammlung, S. 195. An letzterer Stelle wird im Resumé von den Hartgussrädern gesagt, dass sie bei nöthigen Vorsichtsmaassregeln für Güterwagen ohne Bremsen, unter gewissen Verhältnissen vortheilhaft gefunden werden können, aber zur Zeit keineswegs als vorzugsweise sichere Räder zu empfehlen seien. Maschinenmeister Kraus hält nur für erforderlich, eine langdauernde Einwirkung der Bremsklötze und Erhitzung der Schalengussräder zu vermeiden. Man sehe deshalb Heusinger's Organ, neue Folge, Bd. 1 (1864), S. 125.

1) Heusinger, Organ, neue Folge, Band 2 (1865), S. 263.

2) Referate der Dresdner Eisenbahn-Techniker-Versammlung S. 196, sowie in Perdonnet's „Traité élémentaire“, Tome 2, p. 563 u. 564. Auch in Sammann's Bericht, S. 435.

3) In einer Zusammenstellung über Wagenachsen und Räder preussischer Bahnen (Heusinger, Organ, neue Folge, Bd. 2, S. 84) wird u. A. auch angeführt, dass die Dauer der Scheibenräder mit aufgezogenen Bandagen und der Stahlguss-Scheibenräder nahezu gleich sei, da erstere 11300 Meilen, letztere unter gleichen Umständen 12000 Meilen bis zur ersten Abdrehung durchliefen. Man sehe auch eine werthvolle Abhandlung „Ueber die Radreifen bei Eisenbahnfahrzeugen“ in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 6 (1862), S. 606.

4) Es heisst hier: Folgende Räder dürften als gut zu empfehlen sein: a. Gussstahlräder, für starke Leistungen (viele Meilen) ohne Bremsen, event. auch mit Bremsen unter günstigen Verhältnissen; also namentlich Personenwagen auf frequenten Bahnen, vorläufig mit Ausschluss der Bremswagen auf Gebirgsbahnen. b. Schmiedeiserne Scheibenräder mit schmiedeiserner Nabe und Unterreif aus einem Stück, für alle Wagen brauchbar; jedoch dürfte sich die Wahl des Reifmaterials nach der speciellen Verwendung richten. Ungeschweisste Reifen dürften dabei im Vorzug sein, wenn sich die Fabrikation auf die Dauer bewährt, namentlich scheint die neue Hörder Fabrikation mit angeschweissten Bessemer-Reifen ein gutes Rad zu versprechen. c. Schmiedeiserne Speichenräder mit schmiedeiserner Nabe und Unterreif aus einem Stück, für alle Wagen brauchbar; in Bezug auf die Wahl der Reifen wie vorstehend. (Man sehe auch hinsichtlich der Reifen unsere Quelle S. 190.)

§. 18.

Achsbüchsen, Tragfedern und Bremsen.

Wir wenden uns nun wieder zu dem oben S. 209 speciell zur Besprechung gewählten Güterwagen der hannoverschen Bahnen, als Repräsentanten eines der besten seiner Art, und betrachten nach einander dessen Achsbüchsen, Schmieranordnungen, Tragfedern und die dabei angewandten Radbremsen.

Was zunächst die Achsbüchse anlangt, so stellen die Fig. 176 bis mit 180 eine solche in allen zum Verständniss erforderlichen Ansichten und Durchschnitten dar.

a ist einer der Schenkel (Zapfen) der Gussstahlachse, *b* der Nabenan-

Fig. 176.

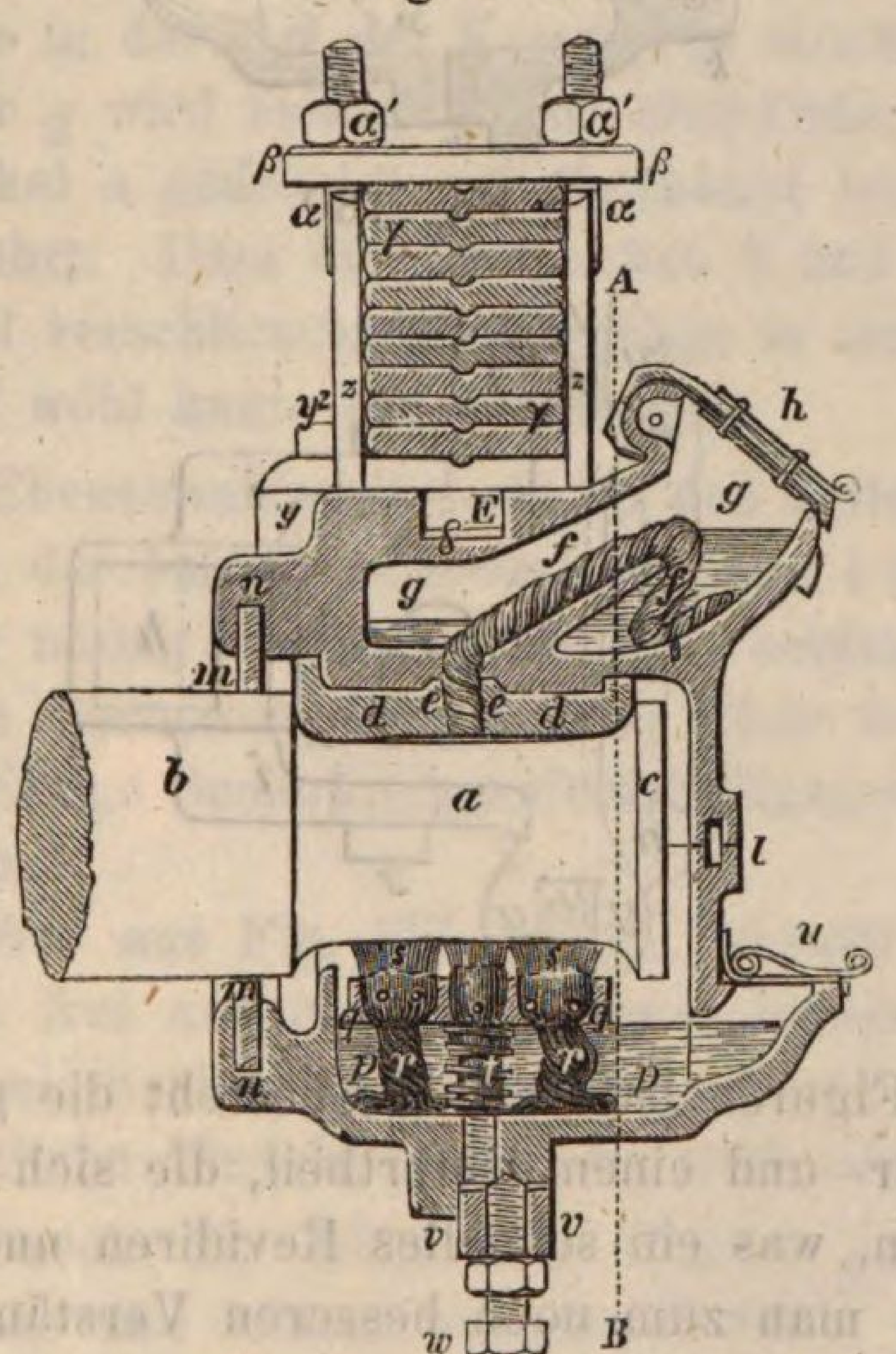
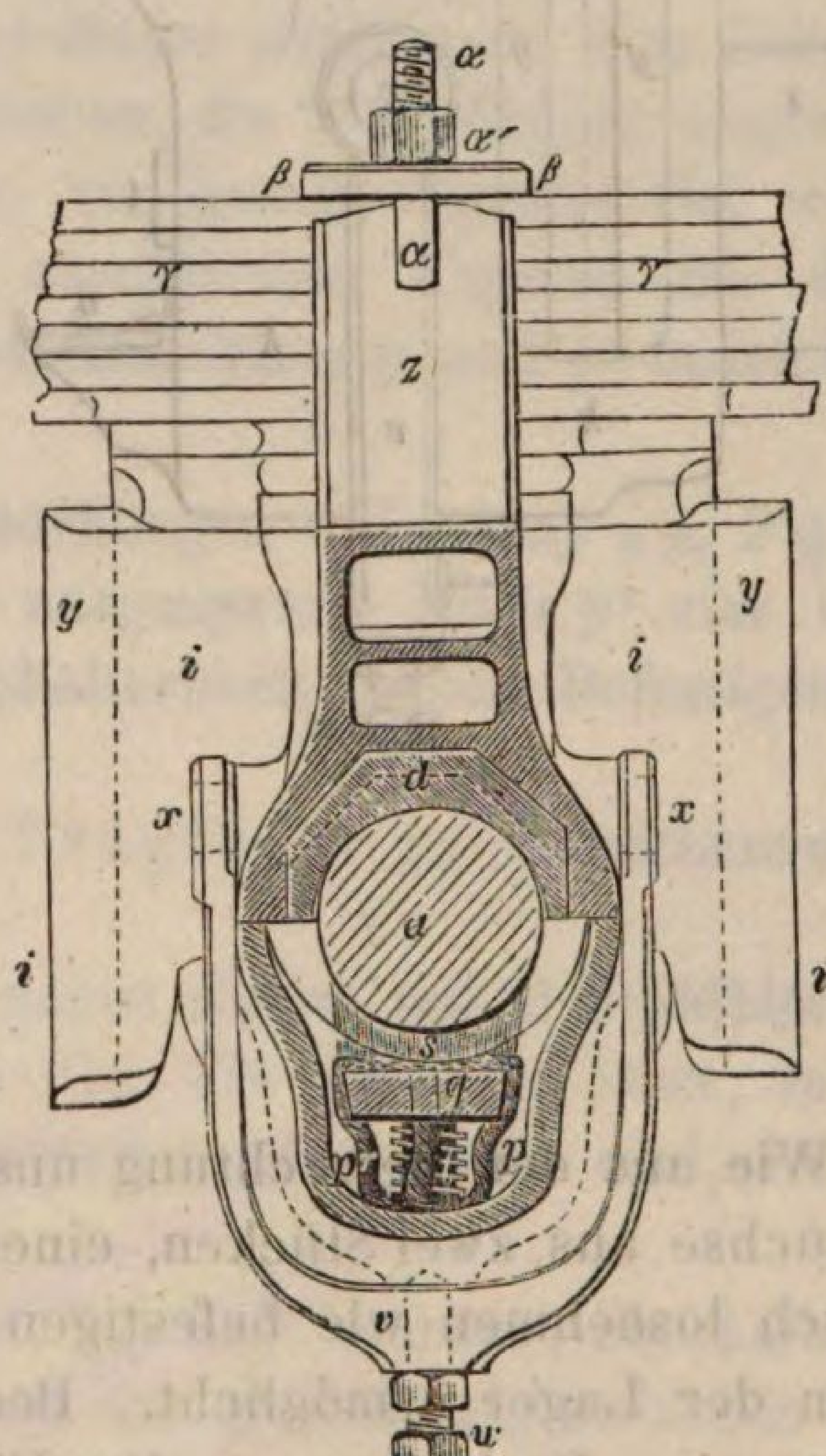


Fig. 177.



satz und *c* der Bund, alles Theile, deren Dimensionen aus der Fig. 170 (S. 214) zu entnehmen sind[1]). *d* ist die Pfanne oder Lagerschale aus Zinncomposition, Hartblei oder Bronze bestehend[2]), deren Länge in

1) Man sehe auch die Note auf S. 217 u. 218, woselbst die betreffenden Dimensionen nach der Vereinbarung deutscher Eisenbahntechniker aufgeführt sind.

2) Bei der hannoverschen Eisenbahnverwaltung werden die ersten beiden Lagermetalle, sogenannte Weissmetalle, in nachbenannter Weise zusammengesetzt: Zinncomposition. Es werden erst 59 Thle. Zinn, 13 Thle. Antimon und $9\frac{1}{2}$ Thle. Kupfer zusammengeschmolzen und in dünnen Tafeln ausgegossen; darauf werden zu diesen $81\frac{1}{2}$ Thln. noch $88\frac{1}{2}$ Zinn zugesetzt, zum zweiten Male geschmolzen und für den Verbrauch ausgegossen. Hartblei wird aus 85 Thln. Blei und 15 Thln. Antimon zusammengesetzt; diese Legirung wird jetzt nur noch theilweise als Lagermetall benutzt, beispielsweise für Kieswagen, Erdtransportwagen

unserem Beispiele 5 Zoll, d. h. circa das $1\frac{1}{2}$-fache des Zapfendurchmessers beträgt [1]).

Bei *e* ist die Lagerschale durchbohrt, um einen Saugdraht *f* einführen zu können, der die Oelschmiere (Rüböl) aus dem Magazine *g* dem Zapfen *a* zuführt.

Fig. 178.

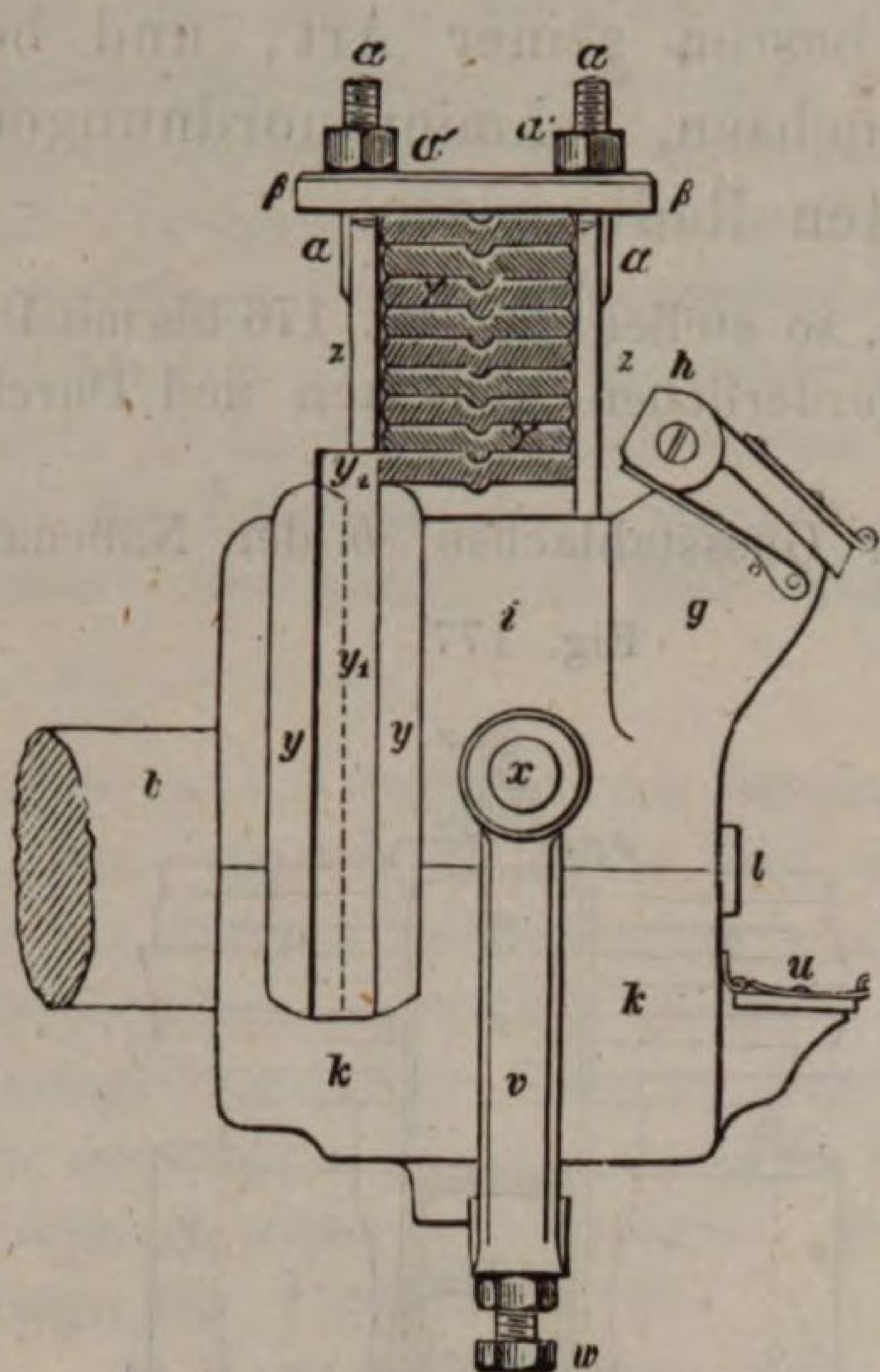


Fig. 179.

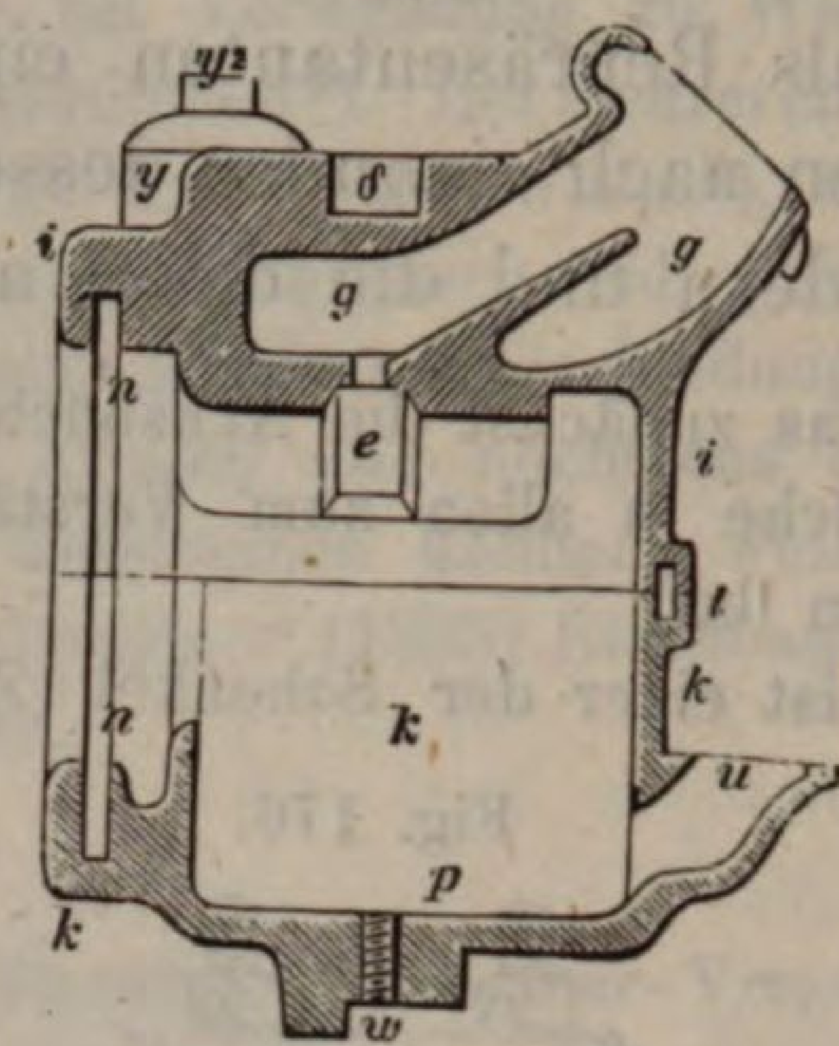
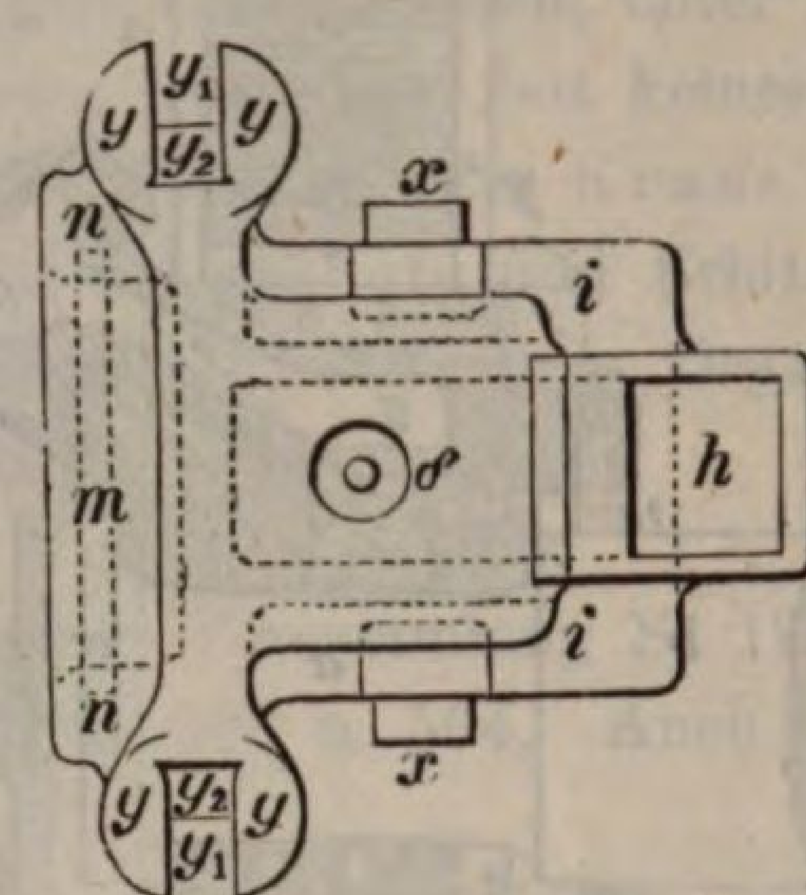


Fig. 180.



Wie aus der Betrachtung unserer Figuren bald erhellt, besteht die ganze Achsbüchse aus zwei Stücken, einem Ober- und einem Untertheil, die sich eben so rasch losnehmen wie befestigen lassen, was ein schnelles Revidiren und Repariren der Lager ermöglicht. Beachtet man zum noch besseren Verständniss der letzteren Bemerkungen die Fig. 178 u. 179, so erkennt man leicht die Trennungsfuge zwischen dem Obertheile *i* und dem Untertheile *k* der Büchse, sowie sich *v* als ein Bügel zum Verschluss der Achsbüchse mittelst der Schraube *w* und *xx* (Fig. 178) als zwei Zapfen am Obertheile herausstellen, die zum Aufhängen des Verschlussbügels *v* bestimmt sind. Endlich ist *l* ein sogenannter Prisonstift, um vor nachtheiligen Verschiebungen zu sichern.

u. d. m. Bei der Köln-Mindener Eisenbahn wird Bronze als Lagermetall angewandt, welche aus 20 Thln. Kupfer, 2 Thln. engl. Zinn, 1 Thl. Zink und 1 Thl. Blei besteht. Ueber das Verhalten dieser Legirungen hinsichtlich der Zapfenreibungen sehe man Kirchweger's Versuche in Bd. 1 des Heusinger'schen Organs (neue Folge) S. 12 bis 16.

1) Sammann (a. a. O. S. 442) führt an, dass die Lagermuschellängen gewöhnlich von 5 bis 7 Zoll variiren und nur bei der Great-Western Bahn solche von $9\frac{1}{2}$ Zoll Länge vorkommen.

Da es (neben Einfachheit und rascher Revisionsfähigkeit) Hauptaufgabe jeder Achslagerconstruction für Eisenbahnwagen ist, diese so dichtschliessend zu machen, dass der Zapfen gegen eindringenden Staub und Schmutz möglichst gesichert und gleichzeitig kein Oel (oder anderes Schmiermittel) vergeudet wird, so hat man auch bei den hannoverschen Achslagern hierfür möglichst Sorge getragen.

Erstens hat man an der Nabenseite eine Dichtung durch einen Filzring *m*, Fig. 176, angebracht, der in einer ausgespaarten Rinne oder einem Falze *n* Platz findet, und zweitens einen Sammelbehälter *pp* für das herabgeflossene Oel im Untertheile *k* der Büchse angeordnet.

Um das in *p* befindliche Oel dem Zapfen *a* wieder zuzuführen, hat man ein Polster (Schmierkissen) *q* hergestellt, dessen Körper eine Holzplatte ist, die man mit langhaarigem Plüsch überzogen, letzteren aber durch Filzstreifen befestigt hat. Mit diesem Polster stehen Dochte *rr* in geeigneter Verbindung, welche in das Oel der Kammer *p* tauchen und dieses aufsaugen. Das Schmierpolster *q* wird endlich durch eine Feder *t* gehoben, die Plüschhaare gegen den Schenkel *a* gedrückt und überhaupt letzterem das herabgeflossene Oel wieder zugeführt. Dass die Buchstaben *h* und *u* in sämmtlichen Figuren die durch Deckel verschliessbaren Eingänge in die Oelsammelräume *g* und *p* bezeichnen, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Ebensowenig wird die in den Seitenverstärkungen (Wulsten) *yy*, Fig. 178 u. 180, der beiden Achsbüchsentheile *i* und *k* ausgespaarte Nuth y^1 eine Erörterung nöthig machen, in der die beiden Achshalterbacken beim Befestigen der ganzen Büchse im Wagenstelle Platz finden.

Einige Bemerkungen dürfte dagegen die Tragfeder $\gamma\gamma$ wünschenswerth machen.

Wie aus Fig. 177 erhellt, besteht die ganze Feder aus 9 Stahlblättern, welche frei auf einander liegen, jedoch, wie Fig. 176 erkennen lässt, in der Mitte mit beziehungsweise Warzen und Vertiefungen ausgestattet sind, um unabsichtliche Verschiebungen zu verhindern.

Durch die Mitte aller Blätter geht ein $^5/_{16}$ Zoll starker, oberhalb mit Schraube und Mutter versehener Stift, während sie gleichzeitig zwischen dem sogenannten Federbügel *zz*, einem ⊔-förmigen, schmiedeisernen Schuh mit Zapfen *E* liegen, der in das Loch δ hinabreicht. An den Federbügel sind zwei Schraubenbolzen $\alpha\alpha$ geschweisst, deren Muttern $\alpha'\alpha'$ die sogenannte Federplatte $\beta\beta$ erforderlicherweise gegen das Federpacket pressen.

Nicht nutzlos dürfte die Bemerkung sein, dass der Federbügel *z* lose aufliegt und nur durch das Gewicht des Fahrzeugs festgehalten wird.

Diese Verbindungsart der Feder mit der Achsbüchse gestattet letzterer eine freie Bewegung nach der Stellung der Achse.

Beiläufig gesagt, misst die oberste und zugleich längste Feder $3^1/_2$ Fuss, von Auge zu Auge (der Aufhängung Fig. 164) gerechnet, während die unterste und neunte Feder nur 10 Zoll Länge hat, sämmtliche Federn aber 3 Zoll breit und $^1/_2$ Zoll dick sind. Das Eigengewicht der Feder beträgt circa 93 Pfd., während sie einer Belastung des Achsschenkels und Lagers von 28 Ctnr. Wagengewicht und 50 Ctnr. Nutzlast, also einer Gesammt- (Brutto-) Belastung von 78 Ctnr. mit völliger Sicherheit zu widerstehen vermag. Die Probebelastung beträgt

jedoch 125 Ctnr.[1]). Die Anschaffungskosten der Federn stellen sich jetzt zu $13\frac{1}{3}$ Thaler pro 100 Pfd.

Hinsichtlich sonst zur Zeit angewandter und bewährter Achsbüchsen müssen wir auf die unten angegebenen Quellen[2]), namentlich auf Heusinger's (von dem österreichischen Ingenieur-Verein) gekrönte Preisschrift verweisen, da ihre Zahl eine fast unglaublich grosse ist. Erwähnt werde jedoch, dass Heusinger sämmtliche bekannte Achsbüchsen in zehn wesentlich verschiedene Systeme eintheilt, je nach der Schmiere, ob diese dick, dickflüssig oder dünn (Oelschmiere) ist, und je nachdem die Schmiere von oben, von unten, oder von oben und unten, mit oder ohne Saugapparat, eingeführt wird, und endlich mit Rücksicht auf Achsschenkel, welche auf Frictionsrollen laufen. Letzterer Anordnung dürfte indess kein praktischer Werth beizulegen sein, da wahrscheinlich die Ersparung an Zugkraft durch Reparaturen und Mehrverbrauch an Oel aufgewogen wird.

Die officielle Nachweisung über den Bau und Betrieb der hannoverschen Eisenbahnen, während des Rechnungsjahres vom 1. Juli 1864 bis dahin 1865, enthält (S. 58) die Angabe, dass für jede Achsmeile 0,0020 Zoll-Pfund Schmiere, im Preise von 0,073 Pfennigen erforderlich waren[3]).

Nach Heusinger's Zusammenstellungen sollen Achsbüchsen für dick-

1) Die Enden der obersten Feder sind derartig rund gebogen, dass ein Ring von 2 Zoll äusserem und 1 Zoll innerem Durchmesser gebildet wird. Bei der Bruttobelastung von 28 Ctnr. beträgt der Pfeil in der Mitte der Feder $3\frac{1}{4}$ Zoll. Die Totallängen der nach der ersten folgenden acht Federn sind 42 Zoll, $37\frac{3}{8}$, 33, $28\frac{3}{8}$, $23\frac{7}{8}$, $19\frac{1}{4}$, $14\frac{1}{2}$ und 10 Zoll. In England wird zu den Tragfedern der Eisenbahnwagen nur Cementstahl verwendet, der dort, gerade für diesen Zweig, ausserordentlich gut und billig gefertigt wird. Hierdurch erklärt sich auch die Möglichkeit, dass, ungeachtet der höchst anerkennungswerthen Anstrengungen deutscher Federfabrikanten, die Engländer immer noch die Concurrenz des Continents bestehen können. Man sehe hierüber auch Sammann a. a. O. S. 143 u. s. w.

2) Heusinger von Waldegg: Die Schmiervorrichtungen und Schmiermittel der Eisenbahnwagen. Mit 13 Foliotafeln und 75 Holzschnitten. Eine vom österreichischen Ingenieur-Verein gekrönte Preisschrift, Wiesbaden 1864. Ferner Bender's Achslager in den Fortschritten der Technik des deutschen Eisenbahnwesens und in Heusinger's Organ, neue Folge, Bd. 1, 2 u. 3.

3) Die sämmtlichen Wagen der hannoverschen Eisenbahnen (Personen-, Güter-, Erdtransport-Wagen u. s. w.), der Zahl nach 4915 Stück mit 11077 Achsen und 626680 Ctnr. Ladungsfähigkeit, durchliefen im gedachten Rechnungsjahre im Inlande 26856818 Achsmeilen. An Schmiere überhaupt wurde verbraucht:

Gelbe Wagenschmiere (Palmöl)	12228	Pfd.
Baumöl	57	„
Rohes Rüböl	41453	„
Cohäsionsöl	4	„
Talg	86	„
Summa	53828	Pfd.

$$\text{also } \frac{53828}{26856818} = 0{,}0020 \text{ Pfd. per Achsmeile.}$$

flüssige Schmiere, bei periodischer Schmierung und hinlänglich grossen Schmierbehältern, die grösste Oekonomie an Schmiermaterial bieten, demnächst die für dünnflüssige (Oel-) Schmiere unter sonst gleichen Umständen folgen, während die Achsbüchsen für dicke Schmiere am wenigsten den Anforderungen entsprechen, beispielsweise bei der österreichischen Südbahn[1]) eine Ausgabe von 0,0072 Zoll-Pfund per Achsmeile erfordern.

Die grössere Stärke und Länge der Achsschenkel scheint nur einen sehr geringen Einfluss auf einen stärkeren Schmierverbrauch zu äussern. Dagegen haben die Weissmetall-Compositionen der Lagerfutter auf den geringeren Schmierverbrauch einen sehr vortheilhaften Einfluss.

Was nunmehr die Bremsen des als speciellen Fall und als Repräsentanten empfehlenswerther Construction immer noch im Auge behaltenen offenen Güterwagens anlangt, so giebt darüber Fig. 181 im Allgemeinen Aufschluss.

Zunächst hat man als Schutzmittel für den Bremser an einem Ende der Güterwagen, welche überhaupt mit Bremsen versehen sind, ein fast quadratisches Häuschen eingebaut.

Die schmiedeisernen Bremsschuhe *vv* mit Backen *rr* von Buchenholz hängen zunächst in Löchern δ der Achshalter, sind aber überdies noch ein zweites Mal, indirect aufgehangen.

Damit sich nämlich die Bremsklötze beim Lösen der Bremse gleichmässig von den Rädern abheben und beim Anziehen möglichst concentrisch an die Radumfänge legen und ferner einseitige Uebergewichtswirkungen durch eine Welle *i* (von besonderem Zwecke) nicht nachtheilig werden können, hat man folgende Anordnung getroffen.

An den Querträgern des Unterwagengestells hat man ein Hängelager *m* befestigt und an diesem einen einarmigen, eigenthümlich gebogenen Hebel *fge* (mit *f* als Drehpunkt) angebracht. Das rechte Ende dieses Hebels steht durch ein Zugstangenpaar *ed* mit der sogenannten Bremsmutter in Verbindung (Fig. 182 in grösserem Maassstabe sichtbar, mit *d* bezeichnet, Fig. 181 u. 183 ganz herunter gedreht gedacht), während die Mitte *g* durch eine Stange *gh* mit einem zweiten Hebel *hik* im Zusammenhange steht, dessen Drehpunkt eine starke Welle *i* ist, deren Lager auch am betreffenden (linken) Bremsschuh *v* sitzen. Das untere Ende *k* dieses Hebels hat man mit Zugstangen *kl* verbunden, die bei *l* den Bremsschuh rechts fassen. Endlich hat man die Bremsschuhe ober-

1) Heusinger, „Schmiervorrichtungen", S. 129. In einer späteren Zusammenstellung Heusinger's (Die Reformen in den Schmiervorrichtungen und Schmiermitteln der deutschen Vereinsbahnen, Organ, neue Folge, Bd. 3, S. 201 u. s. w.) finden sich folgende merkwürdige (extreme?) Angaben:

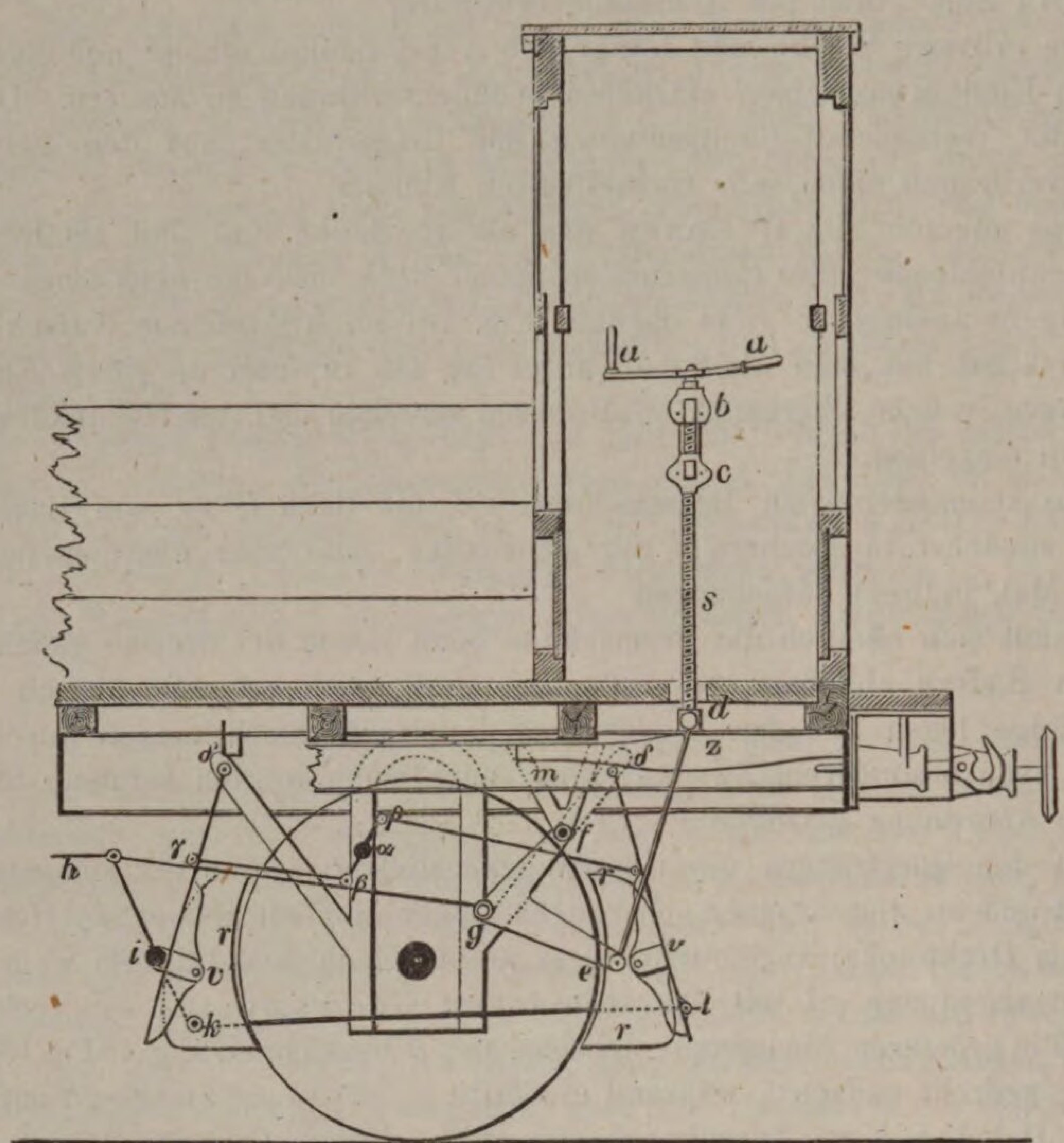
Bei der Oberschlesisch-Stargard-Posen-Glogauer Bahn beträgt der Schmierverbrauch bei Verwendung von Antifrictionsschmiere pro Achsmeile . 0,00033 Zoll-Pfd.,

bei der Berlin-Stettiner Bahn beträgt der Schmierverbrauch, bei Verwendung von Mohl's steifer Schmiere, pro Achsmeile . . 0,00033 „ „

Ohne dem Redacteur des Organs irgendwie zu nahe treten zu wollen, möchte der Verfasser dennoch behaupten, dass hier entweder ganz eigenthümliche Verhältnisse unterliegen oder Selbsttäuchungen stattfinden!

halb der Holzbacken *rr* mit den Enden *ββ* eines kurzen gleicharmigen Hebels (Balanciers) mit dem Drehpunkte *α*, durch Stangen in geeignete Verbindung gebracht, wie dies ohne Weiteres aus der Abbildung erhellt.

Fig. 181.



Die Bremsspindel *s* (mit doppelgängigem Schraubengewinde von $1^5/_8$ Zoll äusserer Stärke) ist auf einem schmiedeisernen Träger *z* (Fig. 183 im Durchschnitt und grösserem Maassstabe gezeichnet), gelagert, den man an die Querschwellen des Unterwagens geschraubt hat.

Um zu bremsen, oder das sogenannte Festdrehen zu veranlassen, erfasst der Bremser die am oberen Ende der Schraubenspindel *s* befestigte Handhabe *aa* und dreht nach einer solchen Richtung, dass ein Aufwärtssteigen der Bremsmutter *d* (Fig. 182 u. 183) erfolgt. Hierdurch werden zunächst die Stangen *ed* aufwärts, der Arm *ge* und mit ihm die Stange *gh* nach rechts gezogen und überhaupt eine solche Drehung des Hebels *kih* um *i* veranlasst, dass auch die Zugstange *kl* von rechts nach links verschoben und der zur rechten Hand befindliche Bremsbacken an den Radumfang gepresst wird. Setzt während dieses Vorganges der Bremser die Drehung der Arme *aa* nach derselben Richtung fort, so tritt bald *k* als ein unverrückbarer Drehpunkt auf und zwar derartig, dass durch den von *h* nach *g* gerichteten Zug auch die Welle *i* und mit ihr der links befindliche Bremsbacken gegen den Radumfang gedrückt wird. Wie hierbei schliesslich auch der kleine Balancier *βαβ* gedreht wird, und

wie demnach die von seinen Enden ausgehenden Zugstangen auf das concentrische Anlegen der Bremsklötze *r r* wirken, versteht sich wohl ebenso von selbst, wie der Umstand, dass auch für das Bremsen des anderen Rades derselben Achse die ganz gleiche Anordnung getroffen ist.

Fig. 182.

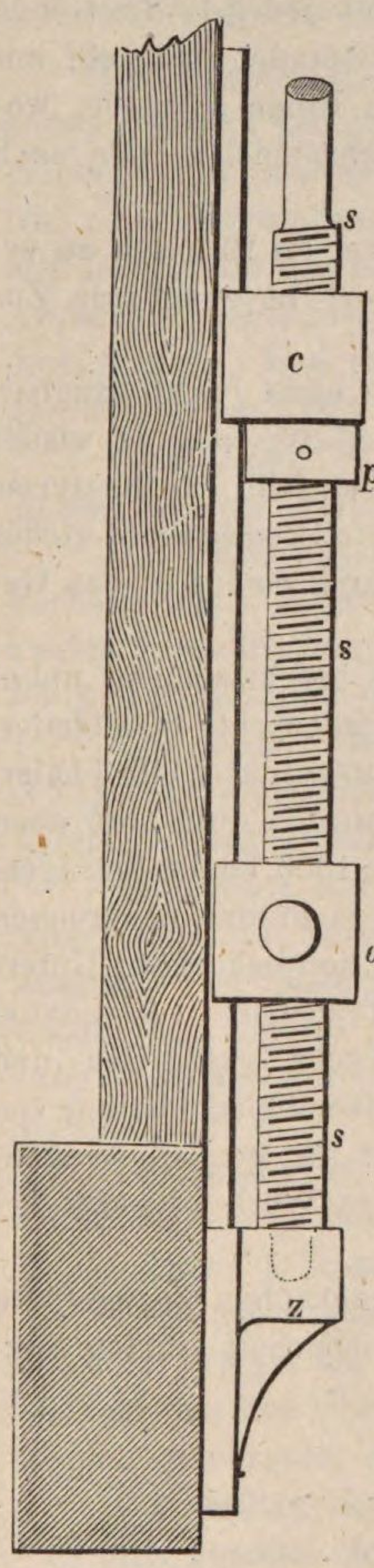
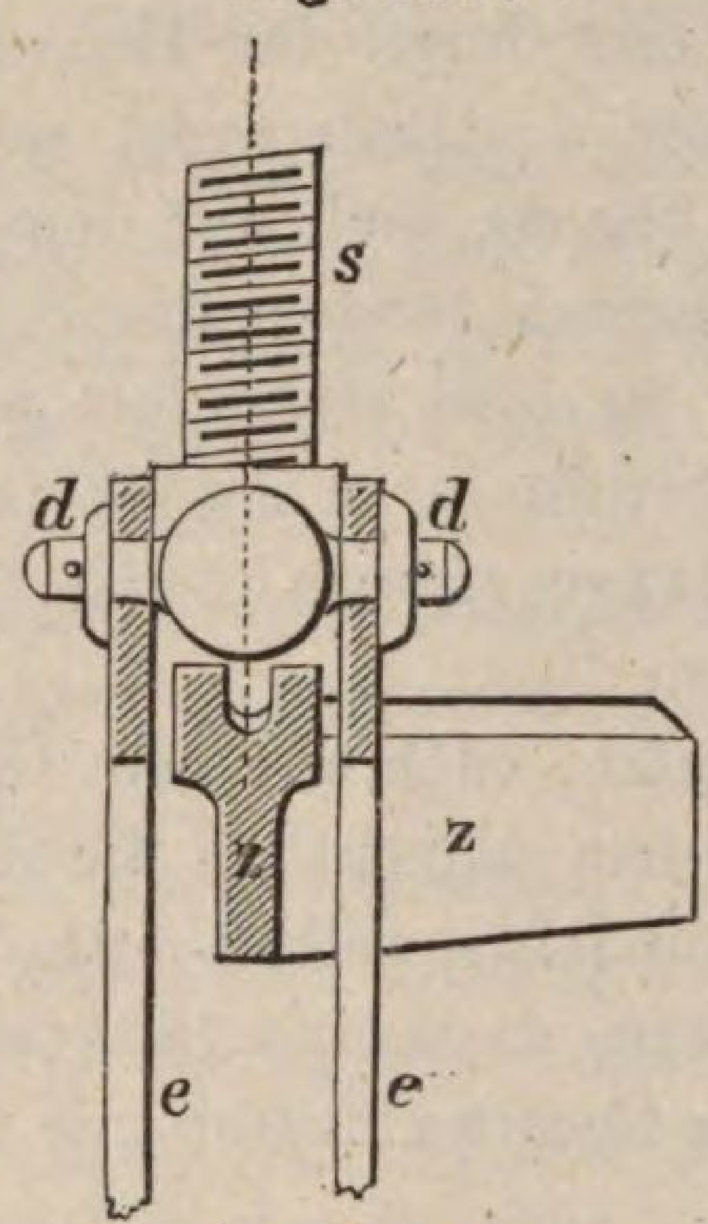


Fig. 183.



Vom Punkte *h* der Stange *gh* aus geht noch eine längere Zug- und Schubstange *h* zu dem am anderen Räderpaare befindlichen Bremsapparate, wodurch, in Verbindung mit der Welle *i* und dem Hebel *ik*, ein Uebergewicht links entsteht, welches durch die Wirkungsweise des Balanciers $\beta \alpha \beta$ unschädlich gemacht wird und wodurch dieser seiner zweiten Bestimmung genügt, während die erste auf das Verdrehen der Bremsbacken zum concentrischen Anlegen derselben gerichtet war.

Noch ist auf die eigenthümliche Anordnung, auf eine sogenannte Sperrvorrichtung, aufmerksam zu machen, wodurch ein unnöthig weites Losdrehen der Bremse verhütet wird und dann zum Anziehen nur einige Schraubendrehungen erforderlich werden[1]).

In geeigneter Höhe ist auf der Bremsschraube *s* ein schmiedeiserner Ring *p* unverrückbar befestigt (warm aufgezogen), welcher das Herabsteigen einer zweiten Mutter (Contra-Mutter) *c* begrenzt, die lose auf die Schraubenspindel *s* gesteckt ist. Wie bei der Bremsmutter *d*, so hat man auch eine Drehung der Mutter *c* durch eine Nuth verhindert, in welche eine geeignete prismatische Führung am Bremserhäuschen fasst.

Wird nun die Bremsspindel *s* fest angezogen, so steigt auch die Contra-Mutter *c* vertical aufwärts,

1) Die erste derartige Sperrvorrichtung wurde bereits in der Mitte der fünfziger Jahre von dem österreichischen Civilbeamten Lindner in Wien angegeben und auch sogleich bei einer grossen Zahl Wagen der österreichischen Staats-Eisenbahn-Gesellschaft, sowie bei anderen deutschen Bahnen eingeführt. Lindner's Anordnung war jedoch nicht so einfach wie die der hannoverschen Bahnwagen, indem man statt der Contra-Mutter eine parallel der Bremsschraube liegende Zahnstange mit Sperrkegel angebracht hatte. Man sehe die betreffende Beschreibung und Abbildung in Heusinger's Organ, Bd. 11 (1856), S. 99, Tafel 10 u. 11.

tritt schliesslich vollständig aus dem Gewinde der Schraube und behindert in keinerlei Weise das Anziehen der Bremse.

Wenn man dagegen die Bremsspindel löst, so schraubt sich die (oben auf dem Schraubenende ruhende und durch ihr Eigengewicht wieder in die Gänge der Schraube fassende) Mutter *s* selbstständig auf die Spindel und geht mit dieser so lange niederwärts, bis sie sich auf dem festen Ringe *p* lagert, wodurch aber gleichzeitig ein ferneres Drehen der Schraubenspindel *s*, also auch ein unnöthiges Losdrehen der Bremse verhindert wird.

Diese Sperrvorrichtung erfüllt ihren Zweck (ein schnelles Bremsen zu ermöglichen) vollkommen, so lange sie gehörig rein und im gangbaren Zustande erhalten wird.

Ist sie dagegen verschmutzt, oder auf dem Gewinde nicht leicht gangbar, so versagt sie ihren Dienst, indem namentlich die Contra-Mutter *c* nicht wieder in das Gewinde der Bremsspindel *s* selbstthätig willig einfällt. In letzterem Falle kann es sogar vorkommen, dass eine festgeschraubte Bremse nicht wieder zu lösen ist, wenn nicht die Contra-Mutter mit der Hand wieder in das Gewinde geführt wird.

Lieferanten (Privatfabriken) erhalten für einen der beschriebenen, unbedeckten Güterwagen (200 Ctnr. Tragkraft, 100 Ctnr. Eigengewicht) 660 Thaler, ohne Bremsbock und ohne Bremse, mit letzteren beiden ausgestattet 900 Thaler, so dass, mit Hinzurechnung von vier Bochumer Stahlgussrädern und zwei eben solchen Achsen, im Preise von 406 Thaler, die Totalkosten 1306 Thaler betragen.

Zweck und Umfang unseres Buches macht um so mehr das Besprechen noch anderer Eisenbahnlastwagen unthunlich, wie z. B. der bedeckten Güterwagen und Wagen für Personengepäck, Wagen zum Transporte von Luxus-Pferden, Schlachtvieh u. d. m., sowie zum Fortschaffen sehr langer Bau- und Rüsthölzer u. d. m., als nur deren Oberbau Constructionsverschiedenheiten von den bereits beschriebenen Wagen mit sich führt, die mehr für specielle Wagenbauer als für Solche Interesse haben, wofür gegenwärtiges Werk zunächst bestimmt ist.

Es wird daher genügen, auf eine dem folgenden Paragraphen hinzugefügte Tabelle aufmerksam zu machen, sowie auf die bereits wiederholt citirten Special-Werke über Eisenbahnfahrzeuge hinzuweisen[1]).

§. 19.

Personenwagen.

Als Prototyp der heutigen Eisenbahnpersonenwagen gestatten wir uns einen der neuesten combinirten Personenwagen erster und zweiter Classe der hannoverschen Bahnen zu wählen, wovon

1) Clark, Railway Machinery, Vol. 1 (1855), p. 275, Pl. 40 bis 47. — Oppermann, Portefeuille des machines, Jahrgang 1856 (Pl. 47, 48), Jahrgang 1857 (Pl. 53, 54), Jahrgang 1859 (Pl. 27, 28), Jahrgang 1863 (Pl. 21, 22). — Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, T. 2 (1865), p. 582 bis 588.

Fig. 184 eine Längenansicht in circa $1/_{48}$ wahrer Grösse [1]) und zwar so darstellt, dass man in der einen Hälfte das äussere Bild des Wagens, in der anderen Hälfte von dessen Einrichtung und Ausstattung im Innern hinlänglich Kenntniss erhält.

Das Untergestell dieses Wagens wird zunächst gebildet aus zwei **I**-förmigen eisernen Langschwellen von $9^1/_4$ Zoll Höhe und $^3/_8$ Zoll Stegstärke, acht eichenen Querschwellen, vier eichenen Streben und zwei eschenen Kopfschwellen. Die Verbindung dieser Theile ist durch Winkeleisen, Schraubenbolzen und Blattschrauben hergestellt. Räder, Achsen, Achsbüchsen, Buffer- und Zug-Apparate, Schraubenkupplungen und Nothketten, alles dies stimmt völlig mit dem überein, was bereits über die neuesten Güterwagen derselben Bahn mitgetheilt und erörtert wurde.

Verschieden ist jedoch der Achsenstand, nämlich $10^1/_2$ Fuss engl. von Achse zu Achse gemessen, also 21 Fuss Entfernung der beiden äusseren Achsen.

Die Mittelachsen sind in der bereits früher erörterten Weise in den Achsbüchsen nach jeder Seite um circa $^3/_4$ Zoll verschiebbar. Die Entfernung zweier gegenüberliegender Achshalter beträgt, von Mitte zu Mitte gemessen, 5 Fuss $11^3/_4$ Zoll für die End- und 5 Fuss $10^7/_8$ Zoll für die mittleren Achshalter.

Jede Achse liegt ausserdem zwischen den Rädern in zwei sogenannten Nothachshaltern, welche an den Querschwellen und unter den Streben befestigt werden und in 3′ 4″ Entfernung von einander angebracht sind.

Nächstdem haben die Tragfedern eine grössere Länge als die der Güterwagen und die Mittelfedern sind weniger gespannt als die Federn der Endachsen. Von Mitte zu Mitte der Augen beträgt die Länge der Oberfeder 6 Fuss 6 Zoll, während die ganze Feder aus acht, fest auf einander liegenden Blättern (von abnehmender Länge) besteht, deren jedes 3 Zoll Breite und $^1/_2$ Zoll Dicke hat.

Die beiden zu jeder Feder gehörigen Spannböcke werden an den Langschwellen des Wagens befestigt, und beträgt die Entfernung zweier Böcke derselben Feder 7 Fuss $4^1/_2$ Zoll.

Zwischen Untergestell und Oberwagen hat man $1^1/_8$ Zoll dicke Gummischeiben gelegt, um harte Vibrationen aufzufangen, ausserdem werden, um ein Verschieben des Oberwagens zu verhüten, an jede Kopfschwelle zwei starke Zapfen geschraubt, die in Löcher der Kastenschwellen greifen.

Zur Stütze des Oberwagens sind an jede Langschwelle vier gusseiserne Consolen genietet, sowie man ausserdem an jeder Langschwelle fünf Einsteigetritte und ein Laufbrett angebracht hat, alles Theile, die ohne Weiteres in Fig. 184 erkennbar sind.

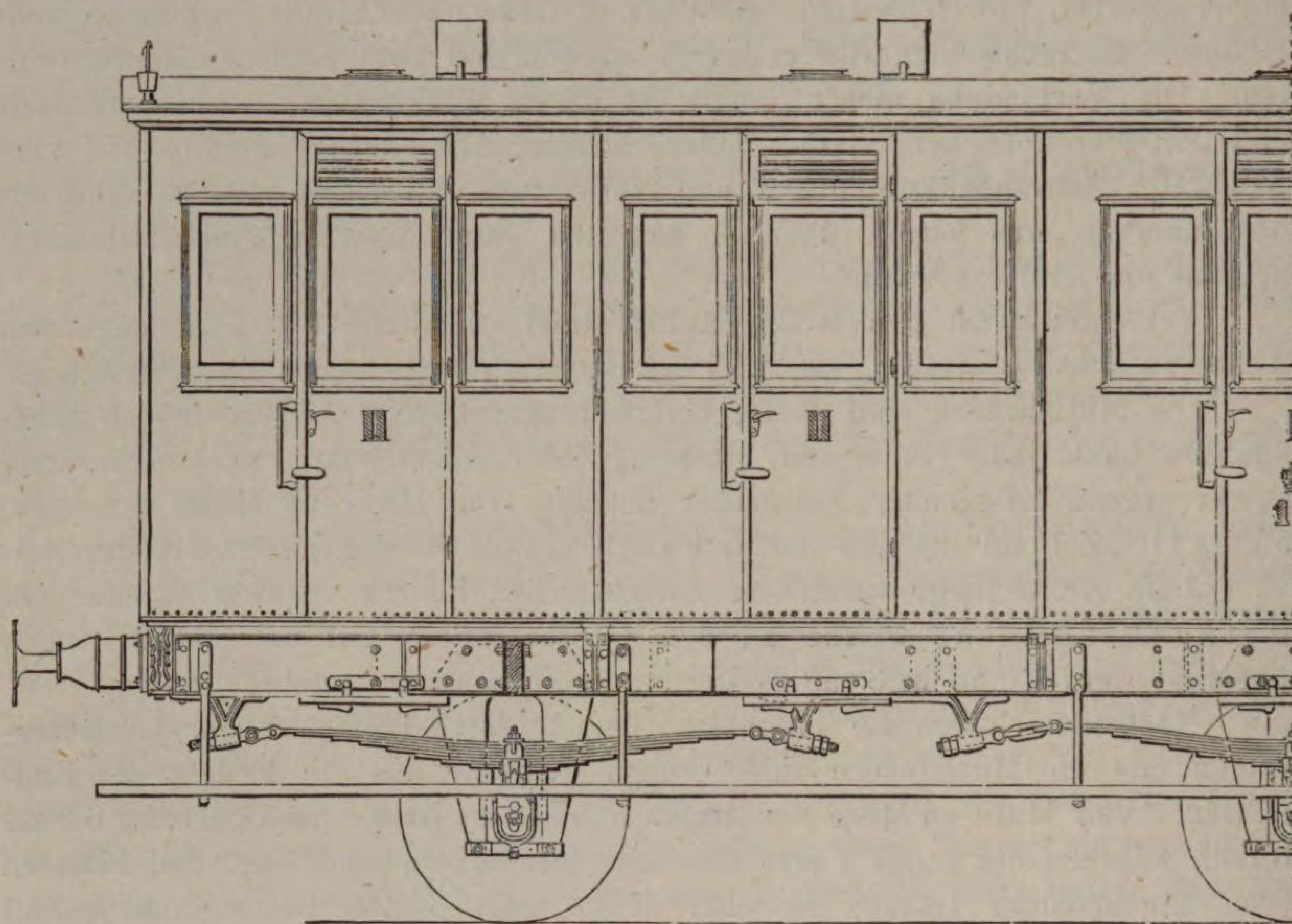
Der ganze Oberwagen von 31 Fuss Länge enthält ein Coupé erster und vier Coupés zweiter Classe. Das Gerippe desselben (das Obergestell) wird gebildet aus Kastenschwellen, Deckrahmen, Bodenträgern, Spriegel- und oberen Wasserleisten (Gesimsleisten) von Eichenholz, ferner aus Säulen, Riegeln und Fenstereinfassungen, auch theilweis die Thüren von Eschenholz, ferner aus Fuss-

1) Die vorzüglichsten oder Haupt-Maasse finden sich weiter unten in einer Note zusammengestellt.

böden, Deckenbelag, Scheerwänden, Wandbekleidungen von Tannenholz oder Lärchenholz, aus Sitzrahmen von Eichenholz und endlich aus Fensterrahmen, Fenster- und Thürbekleidungen im Innern des Wagens, Schiebervorrichtungen, Sitzschwingen sämmtlich von spanischem Nussbaumholze [1]).

Die Thüren gehen so tief herunter, dass sie mit der unteren Kante der

Fig.



Kastenschwelle abschneiden; ihre beiden Seiten und die Oberkante sind mit eisernen Schlagleisten in Rund- und Flacheisen versehen. Zur Sicherung gegen Versackung ist an das Flacheisen der Schlagleiste ein Stahlprisma gelöthet, welches in einen entsprechenden Schlitz des Schliessbleches der Thürsäule greift. Aufgehangen sind die Thüren in drei messingenen Scharnieren und werden geschlossen durch zwei nur von aussen zu öffnende Schlösser (ein Federschloss und ein Vorreiberschloss).

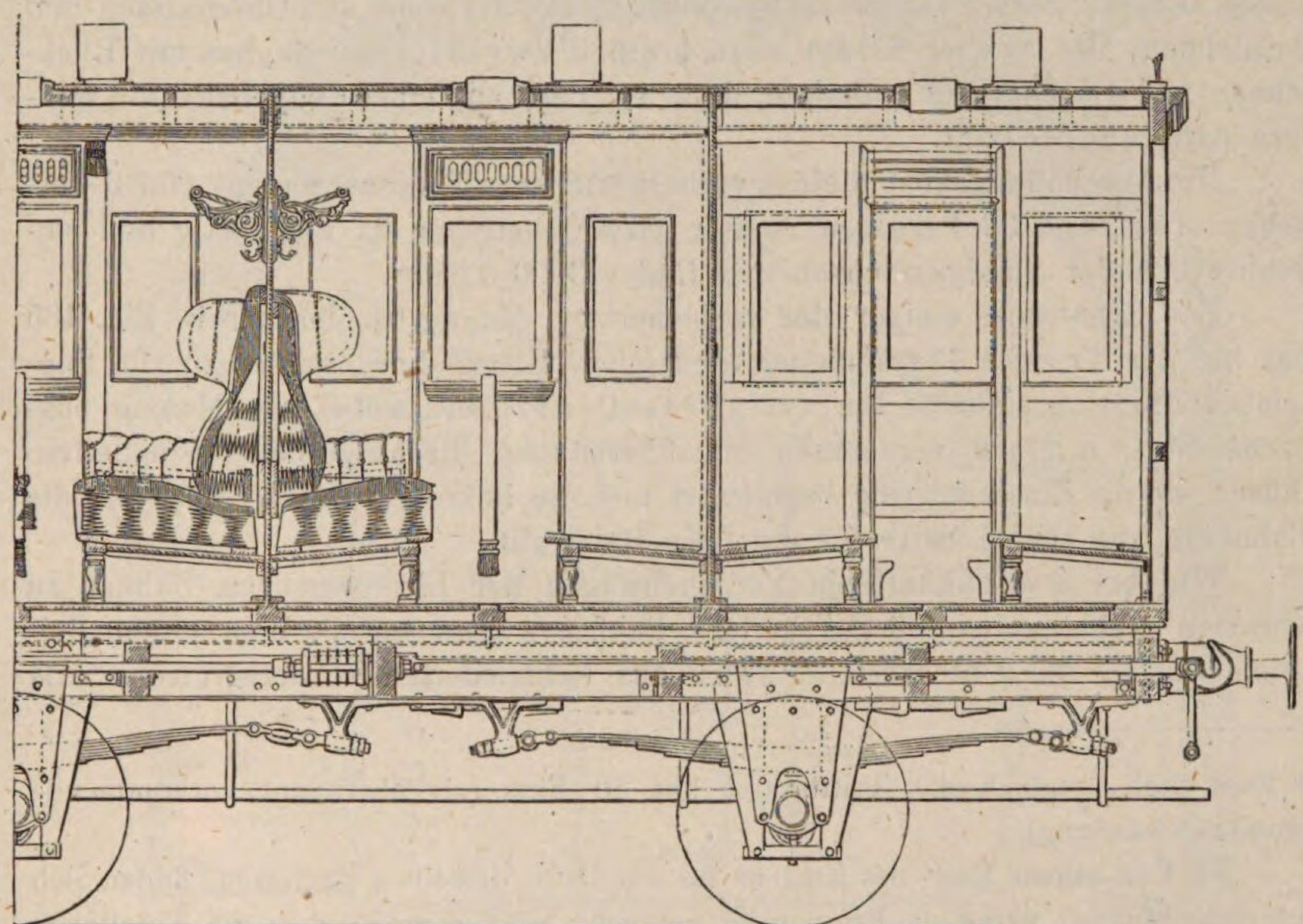
Wie aus der rechten Seite unserer Abbildung erhellt, hat der Wagenkasten zwei Fussböden, wovon der obere aus $1\frac{1}{8}$-zölligen Tannenholzbrettern gebildet und in Falze der Kastenschwellen und Querträger so eingelassen ist,

1) Zum Schutze gegen Feuchtigkeit und Fäulniss, sowie zur innigen Verbindung aller Holztheile unter sich und des dabei verwandten Eisens, tränkt man deren Berührungsflächen vor der Zusammensetzung mit heissem Leinölfirniss und wenn dieser trocken ist, streicht man wenigstens einmal mit fetter Oelfarbe. Ist auch letztere trocken, so erhält das Ganze noch einen dicken Auftrag von fetter Bleiweissfarbe. Ebenso werden alle Eisentheile in den Berührungsflächen sorgfältig mit Mennigfarbe gestrichen.

dass die Oberfläche mit letzteren bündig liegt. Der zweite Boden befindet sich unter den Kastenschwellen und seine $^7/_8$-zölligen (ebenfalls durch Nuth und Federn verbundenen) Tannenholzbretter sind rechtwinklig gegen die des oberen Bodens angebracht.

Unter dem zweiten Boden, immer wo eine Kopfschwelle darüber liegt,

184.



sind in unserer Abbildung die bereits erwähnten $1^1/_8$ Zoll dicken Gummischeiben angebracht.

Das (oberste) Verdeck des Wagens besteht aus $^7/_8$-zölligen Tannenbrettern mit eingeschobenen eisernen Federn. Unter den darauf folgenden Spriegeln findet sich eine zweite der ersten ähnlich gebildete Decke aus $^1/_2$-zölligen, ebenfalls tannenen Brettern. Die Bretter der oberen Decke sind durch Holzschrauben, die der unteren durch Drahtstifte befestigt [1]).

Von Polstern und anderer innerer Ausstattung abgesehen, hat unser Wagen im Innern 6 Fuss 8 Zoll engl. lichte Höhe, vom (oberen) Fussboden bis zur (unteren) Deckenfläche gemessen; 7 Fuss 10 Zoll engl. lichte Weite, parallel den Achsen gemessen [2]); 2 Fuss $5^1/_4$ Zoll engl. Sitztiefe im Coupé

1) Um die Decke vollkommen wasserdicht zu machen, hat man den Holzbelag mehrere Male mit Bleiweissfarbe gestrichen, mit Doppelwachstuch überspannt, weiter $^1/_8$ Zoll dick mit dicker Deckenmasse (Harz und Leinöl) überzogen, über diese Masse starkes, dickes Segeltuch gespannt und mit heissen Plätteisen aufgebügelt. Auf das Segeltuch wird der Massenaufstrich noch einige Male wiederholt und schliesslich die ganze Fläche mit dickem Sande bestreut.

2) Die grösste Breite des Wagens von Aussenwand zu Aussenwand gemessen, beträgt 8 Fuss 7 Zoll engl. Die Einsteiggriffe vergrössern die Gesammtbreite auf

erster Classe[1]) und 1 Fuss $11\frac{7}{8}$ Zoll Sitztiefe in den Coupés zweiter Classe. Die grösste Höhe, von den Bahnschienenköpfen bis zur oberen Wagendecke gemessen, beträgt 11 Fuss 2 Zoll[2]).

Da es Zweck und Umfang gegenwärtigen Buches überschreiten würde, weitere Specialitäten über innere und äussere Ausstattung der Personenwagen zu besprechen, so werde nur noch erwähnt, dass die Coupés erster Classe 6 Stück Sessel (einsitzige Sophas) mit Rücken- und Ohrenkissen und Armlehnen, die zweiter Classe aber 4 Stück zweisitzige Sophas mit Rücklehnen und Ohrenkissen enthalten, doch so, dass auf einer Coupébank die mittlere Armlehne wegfällt.

Die Anschaffungskosten eines vorbeschriebenen Personenwagens (für 6 Personen erster und 32 Personen zweiter Classe) betragen fix und fertig und einschliesslich der Stahlgussachsen und Räder 3500 Thaler.

Zur Ergänzung einiger der vorbemerkten Maasse theilen wir in Fig. 185 das bei der Triester Versammlung deutscher Eisenbahnverwaltungen (im September 1858) vereinbarte Durchfahrts-Profil mit, wobei alle Maasse englische sind, *a* einen verdeckten Schaffnersitz, *b* die aufgeschlagenen Seitenthüren, *cc* die Einsteigegriffe bezeichnet und die linke Seite des Profiles für die Bahnhöfe, die rechte Seite für die freie Bahn gilt.

Wie bei den zukünftigen Personenwagen der hannoverschen Bahnen zu erwarten steht, gehen bereits andere Bahnverwaltungen mit dem guten Beispiele voran, die Untergestelle ganz aus Schmiedeisen zu construiren. Als

9 Fuss engl., endlich die Trittbretter auf 10 Fuss (als überhaupt vorkommende grösste Ausladung).

1) Von einem Ende des Kastens bis zur Mitte desselben gemessen, finden sich folgende Maasse, wobei in Erinnerung gebracht werden mag, dass die Totallänge 31 Fuss engl. beträgt:

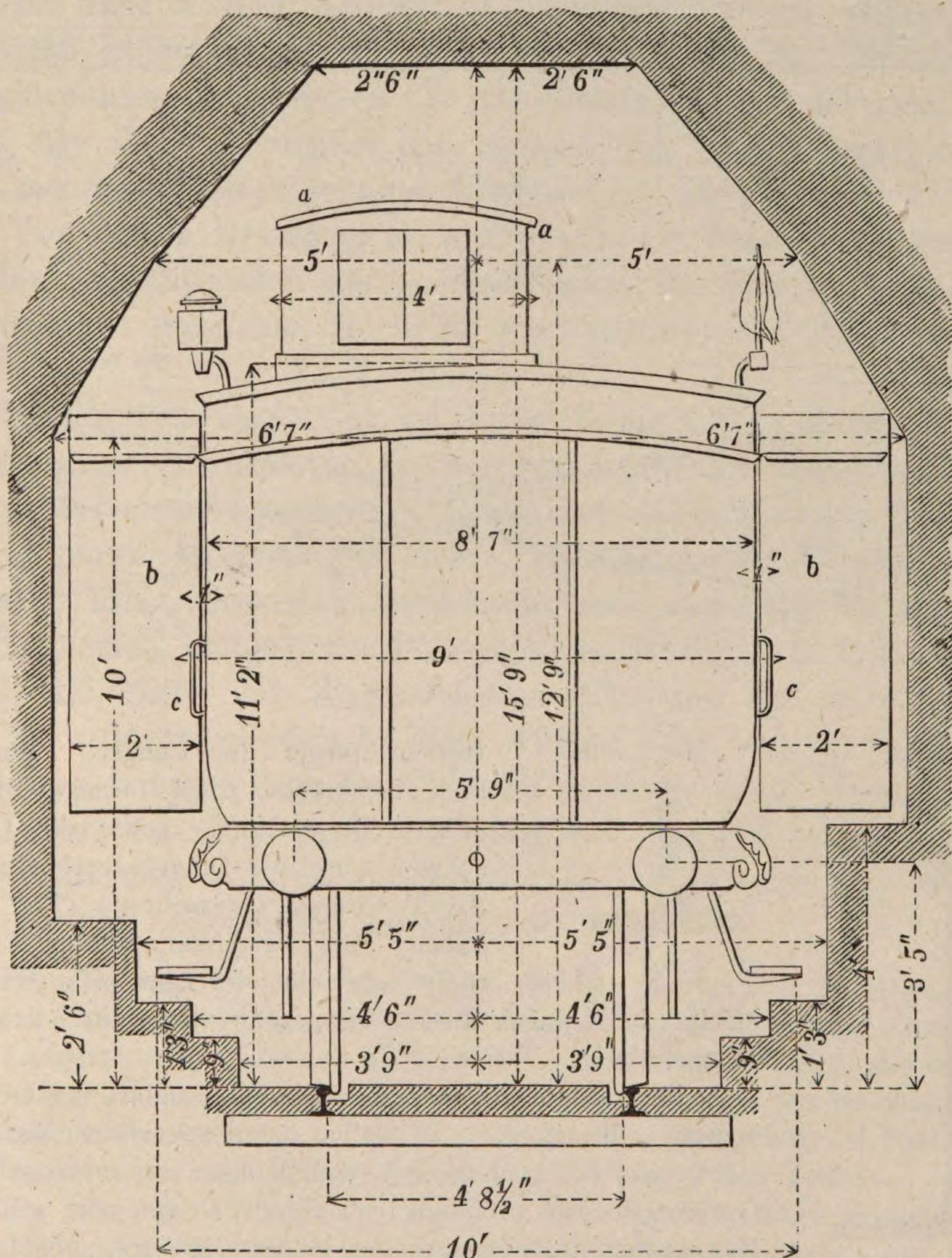
Zwei Coupés zweiter Classe.	Doppelte Rückwand	—	Fuss	$2\frac{1}{2}$	Zoll
	Sitztiefe	1	„	$11\frac{7}{8}$	„
	Zwischenraum	—	„	23	„
	Sitztiefe	1	„	$11\frac{3}{8}$	„
	Scheer-Wanddicke	—	„	$1\frac{1}{4}$	„
	Sitztiefe	1	„	$11\frac{7}{8}$	„
	Zwischenraum	—	„	23	„
	Sitztiefe	1	„	$11\frac{3}{8}$	„
Halbes Coupé erster Classe.	Wanddicke	—	„	$1\frac{1}{4}$	„
	Sitztiefe	2	„	$5\frac{1}{4}$	„
	Zwischenraum	—	„	$11\frac{1}{4}$	„
	Summa	15	Fuss	6	Zoll

2) Es beträgt speciell die Höhe von den Bahnschienenköpfen bis zum obersten Fussboden (dem Podium) gemessen 4 Fuss 3 Zoll

lichte Kastenhöhe	6	„	8	„
Höhe der Doppeldecke	—	„	3	„
Summa	11	Fuss	2	Zoll

würdige Vorgängerin in letzterer Beziehung ist zur Zeit (Ende 1866) die Direction der oberschlesischen Eisenbahn in Breslau zu bezeichnen, die zunächst ihre neuesten Personenwagen dritter und vierter Classe mit ganz

Fig. 185.



eisernen Untergestellen von der Anordnung baut, welche den Haupttheilen nach die Fig. 186 u. 187 darstellen[1]).

Vergleicht man zunächst das blosse geometrische Bild der Grundrissfigur 187 mit dem Gundrisse Fig. 165 des bereits S. 209 besprochenen hannoverschen

1) Die eingeschriebenen Maasse sind preussische, so dass 1 Fuss = 0,314 Meter oder 1 Meter = 3,186 Fuss ist.

Güterwagens mit ganz eisernem Untergestelle, so findet man, dass hier (Fig. 187), wie bei den gewöhnlichen hölzernen Gestellen die sogenannten Mittelriegel fehlen und dafür die Streben *dd* zum Dreieckverbande in der Mitte zusammen-

Fig. 186.

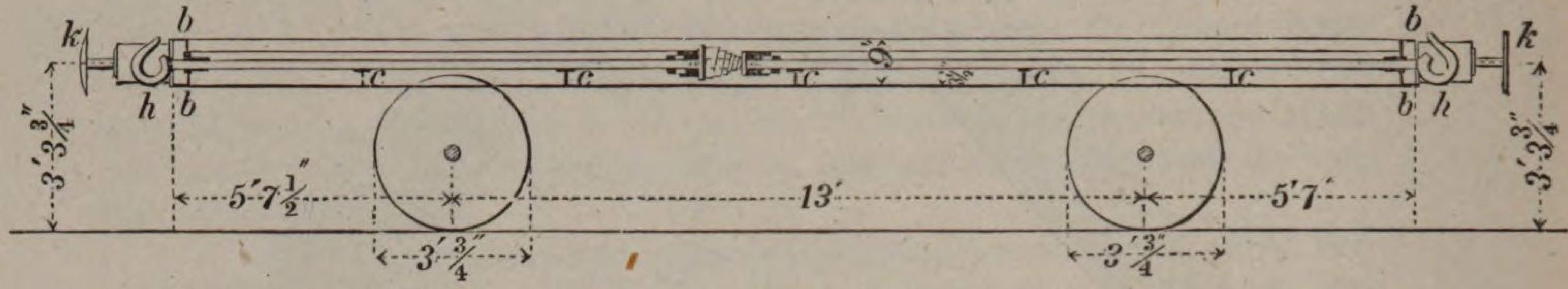


Fig. 187.

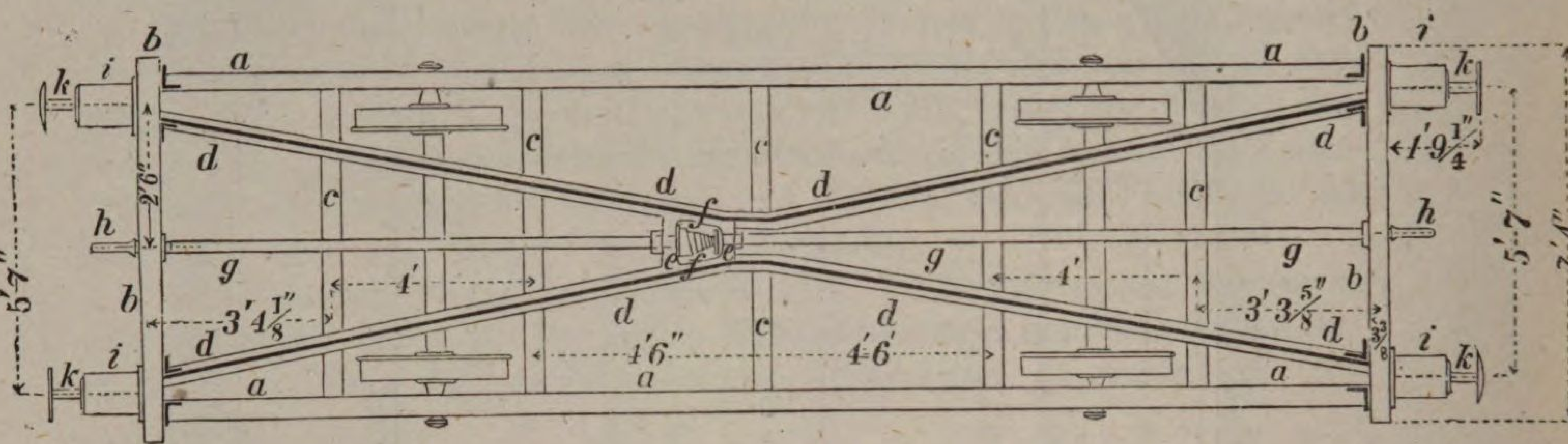


Fig. 188.

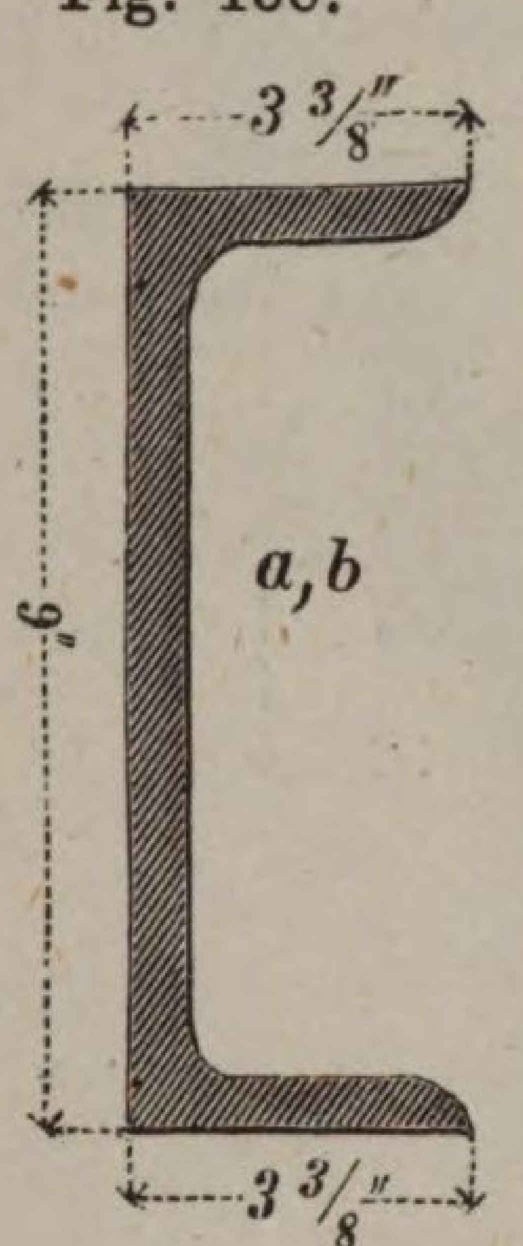
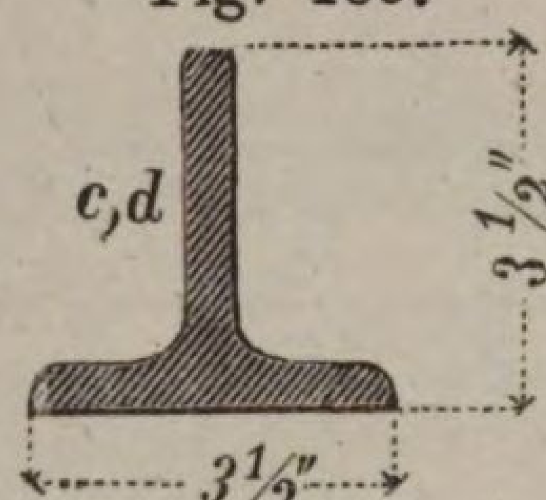


Fig. 189.



treffen, ferner die Langschwellen *aa* und Kopfstücke *bb* [-förmige Profile (Fig. 188) besitzen, sowie die Querschwellen *cc* und Diagonalverbindungen *dd* T-förmige Querschnitte (Fig. 189) haben. Die Verbindung dieser Haupttheile unter einander zum festen Ganzen erfolgt theils durch directe Vernietung, theils durch kräftige Winkeleisen.

Ohne Kriterien über die eine oder andere beider Constructionsformen üben zu wollen, ist der Verfasser der Ansicht, dass bei beiden die Verschiebungen der rectangulären Grundrissformen (165 und 187) unmöglich gemacht, also die Hauptaufgabe der Construction gelöst sein wird, sobald man in beiden Fällen gleich gutes Material verwendet und die Ausführung tadellos beschafft.

Vollständige Zeichnungen dieser neuen oberschlesischen Eisenbahn-Personenwagen finden sich übrigens in Heusinger's Organ, Bd. 4 (1867), Tafel 3.

Wir folgen hier, der Uebersicht wegen, anerkannten Eisenbahntechnikern [1]) und unterscheiden bei den zur Zeit überhaupt

1) v. Weber's Schule des Eisenbahnwesens, zweite Auflage 1862, S. 219 u. s. w.

benutzten Personenwagen ein englisches, deutsches und amerikanisches System, je nachdem diese Wagen aus 3 bis 4 Coupés bestehen und auf vier Rädern ruhen, 5 bis 6 Coupés haben und auf 6 Rädern laufen, oder endlich die Abtheilung in Coupés ganz wegfällt (höchstens Scheidewände in verhältnissmässigen grösseren Distanzen vorkommen) und die Oberkasten auf getrennten Radgestellen (Trucks) ruhen, deren jedes zwei, drei auch vier Paar Laufräder hat, wonach die Wagen acht-, zwölf- und sechszehnrädrige benannt werden.

Von diesen Systemen ist der ersteren beiden im Vorstehenden (einschliesslich der geschichtlichen Einleitung) hinlänglich gedacht, so dass nur das dritte eine speciellere Erläuterung erfordert.

In letzterer Beziehung sei zuerst bemerkt, dass, ausser den bereits genannten Unterscheidungsmerkmalen, der allgemeine Charakter des amerikanischen Systems noch darin besteht, dass die Wagenthüren nicht an der Seite, sondern an den Enden, und zwar an den Stirnseiten angebracht sind, woselbst Plattformen mit bequemen Treppen das Einsteigen erleichtern, ein freier Gang durch die Mitte des Wagenkastens führt und die Sitze rechts und links davon angebracht sind. Ferner liegt noch ein wichtiger Unterschied darin, dass die Kupplung sämmtlicher Wagen eine steife ist, im Gegensatze zur gegliederten Kupplung des englischen und deutschen Systems, welche letztere beiden das Buffersystem nothwendig machen.

Fig. 190 zeigt in circa $1/_{70}$ wahrer Grösse die Hauptformen eines achträdrigen Personenwagens der Baltimore-Ohio-Bahn (halb äussere, halb innere Längenansicht)[1], dessen Untergestelle im Wesentlichen dem des bereits S. 209 besprochenen Güterwagens gleicht, wozu nur bemerkt werden mag, dass der Abstand von Reibnagel zu Reibnagel der beiden Radgestelle 26 Fuss engl. und der Achsstand der Räder in jedem Truck 4 Fuss 3 Zoll beträgt.

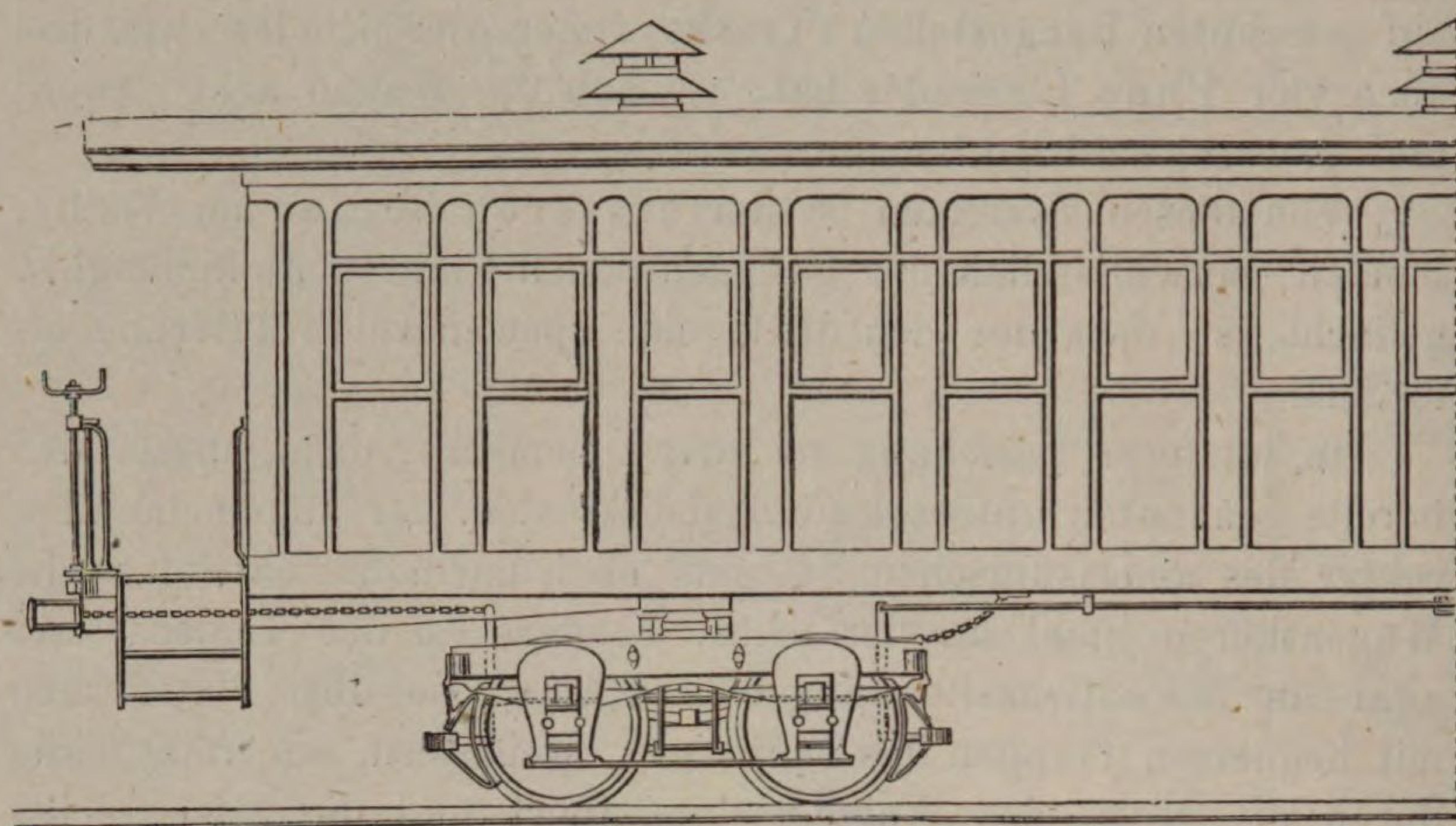
Die über den Radgestellen liegenden hölzernen Querträger des 40 Fuss langen Wagenkastens sind durch eiserne Spannstangen verstärkt. Auf ihren Enden ruhen die nur Fensteröffnungen enthaltenden Seitenwände, welche besonders steif construirt werden müssen[2]. Mit den unteren Langhölzern der Seitenwände sind die Querträger verschraubt, auf welche die Dielung genagelt ist.

1) Henz und Bendel, „Das Eisenbahnwesen in Nordamerika", nach Reisenotizen vom Jahre 1859, S. 34, Blatt 13.

2) Bei 60 Fuss langen Wagenkasten, wie sie u. A. auf der New-York- und Erie-Bahn vorkommen, enthalten die Seitenwände unterhalb der Fensteröffnungen vollständige Gitter- oder Blech-Bogen-Träger.

Die lichte Höhe unseres Wagens beträgt in der Mitte 7 Fuss, so dass hier selbst die grössten Leute mit der Kopfbedeckung aufrecht stehen können; an den Seitenwänden ist diese Höhe um etwa 1 Fuss kleiner. Die innere lichte Weite des Wagens beträgt 8 Fuss 3 Zoll, wovon 21 Zoll auf den freien Gang in der Mitte und 3 Fuss 3 Zoll auf jeden der zu beiden Seiten querstehenden Sitze (einschliesslich deren Bahnen) kommen [1]).

Fig.



In unserem Beispiele (Fig. 190) beträgt die Zahl der vorhandenen Sitzplätze 48 [2]). In vielen Fällen sind die Rücklehnen der Stühle dergestalt umzulegen, dass man beliebig vor- oder rückwärts sitzen kann.

Verschiedene Wagenclassen kennt man in Nordamerika nicht. Man sagt einfach, dass sich eine derartige Trennung kein freier Amerikaner gefallen lassen würde.

Dafür beansprucht man gewisse Bequemlichkeiten in den Wagen. So fehlt in keinem Personen-Wagen (am Anfange oder Ende in unserer Abbildung Fig. 190 rechter Hand) ein abgesonderter Raum mit einem darin befindlichen Closet. Auch führen die Wagen Trinkwasser mit, welches im Sommer sogar durch Eis gekühlt wird.

Die bedeutende Hitze der amerikanischen Sommer macht, trotz der grossen, starkem Luftwechsel günstigen, freien Wagenräume, eine gute Ventilation nöthig. Zu diesem Ende ist jeder Personenwagen mit Luftabführungen im Dache versehen, gewöhnlich blecherne, cylindrische Aufsätze (Fig. 190), welche zum Schutze gegen das Einregnen gehörig überdeckt sind. Die correspondirenden Luftzuführungen befinden sich (wie jetzt bei den meisten Personenwagen

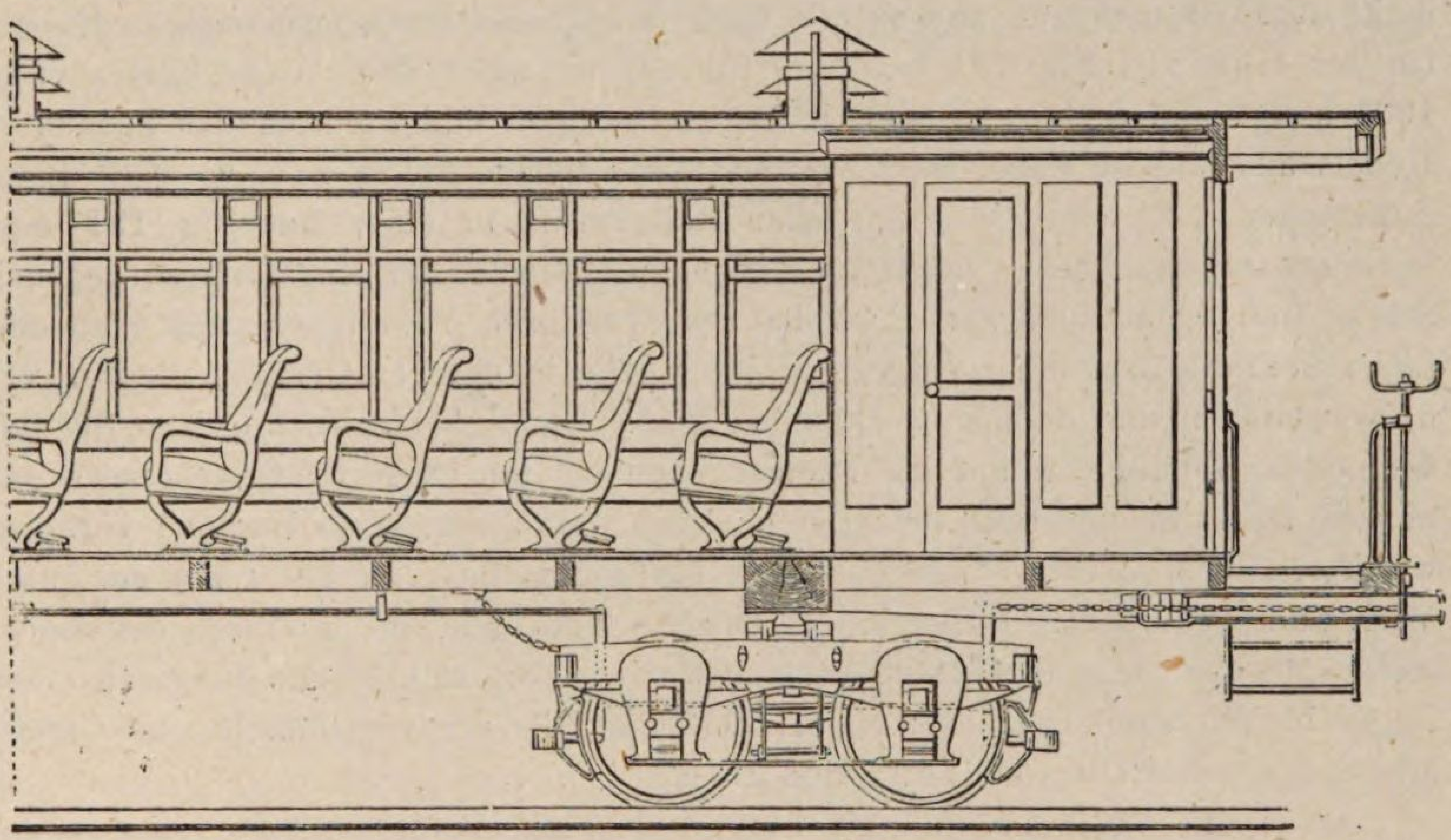
1) Manche Bahnen, z. B. die New-York- und Erie-Bahn, haben breitere Wagen, manche sogar bis zu 10 Fuss 9 Zoll lichte Weite. Henz u. Bendel a. a. O. S. 34 u. 36.

2) Nach unserer Quelle (Henz u. Bendel u. s. w.) ist die grösste vorkommende Zahl von Sitzplätzen 80 (bei 60 Fuss langen Wagen).

der deutschen Eisenbahnen) oberhalb der Fenster und sind meist kleine, durch Schieber verschliessbare Oeffnungen [1]).

Im Winter heizt man die Wagen durch eiserne Oefen. Des Nachts sind die meisten Wagen (durch Kerzen, Oellampen oder mittelst transportablen Gaslichts) so hell erleuchtet, dass die Passagiere zum Lesen der Abendzeitungen sehen können.

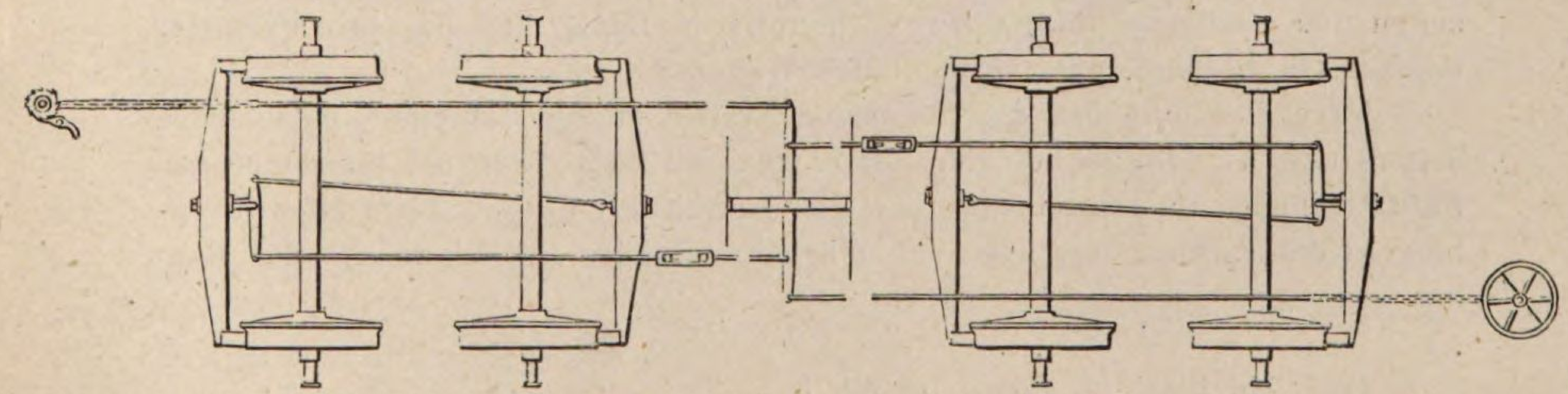
190.



Auf vielen Bahnen wird den Anforderungen des Publicums durch Schlafwagen (sleeping cars) gedient, die man auch bei Tagfahrten benutzen kann und so construirt sind, dass sie sich leicht in Lager verwandeln lassen [2]).

Die Bremsen unseres Wagens sind, wie (besonders) die Grundrissfigur 191

Fig. 191.



erkennen lässt, so construirt, dass sie auf alle acht Räder wirken und von jedem Ende des Wagens, von den dort befindlichen (überdeckten) Plattformen aus, in Thätigkeit gesetzt werden können.

1) Complicirte Vorrichtungen (namentlich die an Wagen der New-York and Boston-Express Line und Erie-Bahn) finden sich abgebildet und beschrieben in unserer Quelle (Henz u. Bendel) S. 36, Blatt 13, Fig. 10 bis mit 13.

2) Abbildungen und speciellere Beschreibungen derartiger Wagen liefert unsere Quelle Blatt 6, Fig. 4 bis 6.

Am oberen Ende einer stehenden Welle, welche am Handgeländer jeder der gedachten Plattformen unseres Wagens erkennbar ist, befindet sich ein Handrad von 15 bis 18 Zoll Durchmesser für den Bremser, während nahe am unteren Ende dieselbe Welle ein kleines (in Fig. 191 sichtbares) Sperrrad von 6 bis 7 Zoll Durchmesser und endlich noch weiter nach unten mit ihrem $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken Ende eine Kette von $\frac{3}{8}$ bis $\frac{7}{16}$ Zoll Stärke trägt, die sich bei der Umdrehung der Welle um diese wickelt. An die Ketten schliessen sich $\frac{5}{8}$ Zoll dicke Rundeisenstangen an, welche nach den Enden eines zweiarmigen Hebels (in der Mitte von Fig. 191 sichtbar) führen, der unter dem Wagenkasten (Fig. 190) hängt und in horizontaler Ebene schwingt. Von Punkten des gedachten Hebels aus, welche näher dessen Drehpunkte liegen, gehen zwei $\frac{3}{4}$ Zoll dicke Zugstangen nach den Bremsen jeden Radgestells in einer aus Fig. 191 ohne Weiteres erkennbaren Anordnung. Um die Längen der Zugstangen, je nach Stärke und Abnutzung der Bremsbacken, reguliren zu können, hat man einfache Schraubenschlösser eingeschaltet, welche in unserer Grundrissfigur (191) hervorgehoben und demnach erkennbar sind. Damit beim Bruche eines der beweglichen Gehänge, womit die Bremsbacken an den äusseren Querhölzern der kurzen Radrahmengestelle befestigt sind, so weit als möglich Unglück verhütet werde, sind die Bremsbacken nochmals mit sogenannten Nothketten in geeignete Verbindung gebracht. Ueber amerikanische Anordnungen, wodurch der Locomotiv-Maschinist in den Stand gesetzt wird, sofort sämmtliche Bremsen eines Zuges in Wirksamkeit zu setzen, handelt ebenfalls der vortreffliche, hier überall benutzte Bericht von Henz und Bendel[1]).

Was die Vortheile und Nachtheile des amerikanischen Personenwagensystems, gegenüber dem englischen und deutschen Coupésysteme betrifft, so lässt sich in Kürze ungefähr Folgendes anführen[2]).

Das amerikanische System hat das bequeme und gefahrlose Einsteigen und Aussteigen für sich, erleichtert die Controle des Zugpersonals und den Verkehr der Reisenden unter einander, sichert mehr gegen Verletzungen der Sittlichkeit, gegen Raub und Mord, gestattet eine natürlichere Lüftung in heissen Jahreszeiten und giebt ein günstigeres Verhältniss in Bezug auf das pro Passagier fallende, sogenannte todte Gewicht des Wagens[3]).

Dagegen führt das amerikanische System die Uebel einer mangelnden Seiten- und Kopfstütze bei den Sitzplätzen mit sich, was bei langdauernden Fahrten höchst unangenehm werden kann, erschwert (wegen der steifen Kupplungen) das Zusammenbringen der Wagenkupplungen und überhaupt das Ran-

1) S. 35, Blatt 14, Fig. 1 bis mit 3.

2) Ueber amerikanische (achträdrige) Eisenbahnwagen: Eisenbahnzeitung, Jahrgang 1845, S. 312. — Kraus, Vor- und Nachtheile des englischen und amerikanischen Wagensystems, Schweiz. polytechn. Zeitschrift 1865, S. 12 und daraus in Heusinger's Organ, neue Folge, Band 2 (1865), S. 263.

3) Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 2, p. 604. Hier werden die amerikanischen Personenwagen nach einem Berichte des Capitains Duglas Galton besprochen, wobei besonders folgender Satz hervorgehoben wird: „Le principal avantage des waggons américains est de porter un nombre considérable de voyageurs en égard au poids mort des véhicules.“

giren der Züge, lässt bei geringer Frequenz die Ausnutzung der Plätze sehr ungenügend zu, gestattet kein so schnelles Füllen und Leeren der Wagen wie das Coupésystem und führt die Gefahr des Entgleisens in Folge des kurzen Radstandes in den einzelnen Trucks in erhöhtem Grade mit sich.

Ohne hier Kriterien über dieses Pro und Contra zu entwickeln, genüge das Hervorheben der einfachen Thatsache, dass weder in England, noch Frankreich, noch Norddeutschland das System der amerikanischen Personenwagen dauernd Eingang gefunden hat und höchst wahrscheinlich auch fernerhin nicht finden wird.

Zu den im Vorstehenden (für gegenwärtigen Zweck) hinlänglich besprochenen drei Systemen von Personenwagen der gegenwärtigen Eisenbahnen ist seit einigen Jahren noch ein ganz neues viertes System, nämlich das der zwei Etagen über einander, das System der Doppelwagen, oder das der zweistöckigen Eisenbahnwagen getreten, dessen Hauptzweck ist, das vorerwähnte Verhältniss des todten Gewichtes der Wagen zu jedem Kopf der transportirten Reisenden günstiger als bei den ersten drei Classen zu gestalten.

Abgesehen von den offenen Sitzplätzen auf dem Verdecke einer gewissen Sorte der zwischen Paris und Versailles fahrenden Personenwagen[1]), die namentlich zur Sommerzeit, bei schönem Wetter grossen Beifall finden und dann stets besetzt sind, dürfte dem englischen Oberst Kennedy das Verdienst gebühren, den zweistöckigen Eisenbahnwagen besondere Aufmerksamkeit zugewandt zu haben und mit einer allgemeineren Verwendung derselben vorangegangen zu sein.

Nach Kennedy's Plane wurden bereits einige Personenwagen dritter Classe für die ostindischen Eisenbahnen und zwar für die Bombay-Baroda-Bahn nach diesem Systeme ausgeführt, in Betrieb genommen und darüber auch vom Oberingenieur dieser Bahn Anderson ein höchst günstiger Bericht erstattet[2]), woraus unter Anderm hervorgeht, dass ein solcher zweistöckiger Personenwagen mit Bequemlichkeit 130 Passagiere (70 in der unteren und 60 in der oberen Abtheilung) fasst und sieben derartige Doppelwagen dieselbe Anzahl Passagiere befördern können als 13 Wagen des englischen Systemes.

Nachahmungen haben diese zweistöckigen Wagen, nach Wissen des Verfassers, zur Zeit nur erst in Frankreich gefunden. Unter Anderm hat der Eisenbahninspector der Pariser Westbahn Widard für Zweigbahnen mit geringem Verkehr solche Doppelwagen bauen lassen[3]).

1) Perdonnet et Polonceau, Portefeuille etc. (Paris 1843—1846), Série F, Pl. 9: Diligences et Wagons du chemin de Versailles (R. g.).

2) The Engineer, 1864 (Märznummer), p. 182 und daraus Heusinger's Organ, neue Folge, Bd. 2 (1865), S. 36.

3) Abbildungen und Beschreibungen von Widard's zweistöckigen Eisenbahn-Personenwagen liefert u. A. Oppermann in seinem „Portefeuille des Machines", Janvrier 1865, p. 5 und 6, Pl. 3. Ferner Perdonnet im „Traité élémentaire des chemins de fer," Tome 3, p. 552 etc.

Ausgedehntere Anwendung scheint man zuerst auf einem 1866 eröffneten Zweige der französischen Nordbahn von Enghien nach Montmorency (mit Steigungen von $\frac{1}{22}$ und Curven von 300 Meter Radius) machen zu wollen [1]. Ein bereits in Betrieb gesetzter zweistöckiger Wagen (Wagen mit Impériale), dessen Kasten aus Eisenblech und Winkeleisen construirt ist, enthält in der unteren Etage 44 Sitzplätze erster und zweiter Classe und in der nach amerikanischer Art mit Mittelgang eingerichteten Impériale 40 Plätze, fasst also überhaupt 84 Personen, wodurch man 38 Proc. an Wagengewicht und 33,7 Proc. an Anschaffungskosten erspart. Indessen führen diese Wagen auch mancherlei Nachtheile mit sich, welche Anderson [2] und Perdonnet [3] ausführlich erörtern und die hauptsächlich von der tiefen Lage des ganzen Wagenkastens und der bedeutenden Höhe der Impériale herrühren.

Wir schliessen hiermit das ganze Capitel „Eisenbahnwagen" unter Hinzufügung einer ähnlichen Tabelle wie oben S. 198, welche über todtes Gewicht und Nutzlast der gegenwärtig im Betriebe befindlichen Personen- und Güterwagen der hannoverschen Eisenbahnen Auskunft giebt; sowie endlich unter Anhang eines Zusatzes, welcher den sogenannten „Draisinen" gewidmet ist.

A. Personenwagen.

Wagengattung.	Gewicht des leeren Wagens (todtes Gewicht).	Passagiere.		Gewicht des leeren Wagens pro Person.	Gewicht des besetzten Wagens.	Belastung einer Achse.	Procente vom ganzen Gewichte.	
		Zahl.	Gewicht [4].				Nutzlose (todte) Last.	Nutzbare Last.
	Ctnr.		Ctnr.	Ctnr.	Ctnr.	Ctnr.		
1. Wagen mit drei Achsen. Fünf Coupés, combinirte erste und zweite Classe, beziehungsweise mit 6 und 32 Personen (ohne Bremsen) .	220	38	49,4	5,79	269,4	89,8	81,6	18,4
2. Wagen mit drei Achsen. Fünf Coupés dritter Classe (mit Bremsen)	180	50	65,0	3,60	245,0	81,6	73,47	26,53
3. Wagen mit drei Achsen. Vier Coupés dritter Classe (mit Bremsen)	145	40	52,0	3,82	197,0	65,6	73,6	26,4

1) Annales du génie civil, 1866 (August), p. 531—543 und daraus in Heusinger's Organ, neue Folge, Bd. 4 (1867), S. 39.

2) Heusinger's Organ, neue Folge, Bd. 2 (1865), S. 36.

3) Traité élémentaire etc., T. 3, p. 554.

4) Nach Oppermann (Portefeuille des Machines, Janvier 1865, p. 5) beträgt das Eigengewicht eines Widard'schen Doppelwagens (Zwei-Etagen-Wagens) 6800 Kil. Ferner rechnet dieser Ingenieur (wie wir) das Durchschnittsgewicht

B. Güterwagen.

Wagengattung.	Gewicht des leeren Wagens (todtes Gewicht).	Gewicht der Nutzlast (Tragfähigkeit).	Verhältniss der Nutzlast zum Wagengewichte.	Bemerkungen.
	Ctnr.	Ctnr.		
1. Offene, vierrädrige, leichte Wagen (14' und 16' lang, 8' 1" breit) .	80	100	1,25	Ohne Bremsapparat.
2. Desgl. schwere Wagen (20' lang, 8' breit) Fig. 164 u. 165 abgebildet	100 114	200	2,00 1,75	Ohne „ Mit „
3. Desgl. achträdrige amerikanische Wagen (32' lang, 8' breit)	185	300	1,62	Ohne „
4. Offene vierrädrige sogenannte Hochbordswagen (20' lang, 8' breit) .	108 118	200	1,84 1,68	Ohne „ Mit „
5. Bedeckte vierrädrige Wagen (25' lang, 8' 3" breit; auch zum Pferdetransport benutzt)	142 156	200	1,40 1,28	Ohne „ Mit „
6. Bedeckte achträdrige amerikanische Wagen (32' lang, 8' 6" breit) . .	220 235	300	1,36 1,27	Ohne „ Mit „
7. Geschlossene sechsrädrige Wagen für Personengepäck (grosse Sorte: 31' lang, 8' 8½" breit)	200	150	0,75	Mit „

Vergleicht man die Werthe vorstehender zwei Tabellen mit denen derselben hannoverschen Wagen vom Jahre 1853, so ergiebt sich:

Erstens, dass das todte Gewicht bei den Personenwagen überall zugenommen hat.

Zweitens, dass die Dimensionen der Lastfuhrwerke grösser geworden sind, Eigengewicht und Tragkraft demgemäss zugenommen haben, dass sich jedoch das frühere Verhältniss von Nutzlast zum Wagengewicht wesentlich verbessert hat.

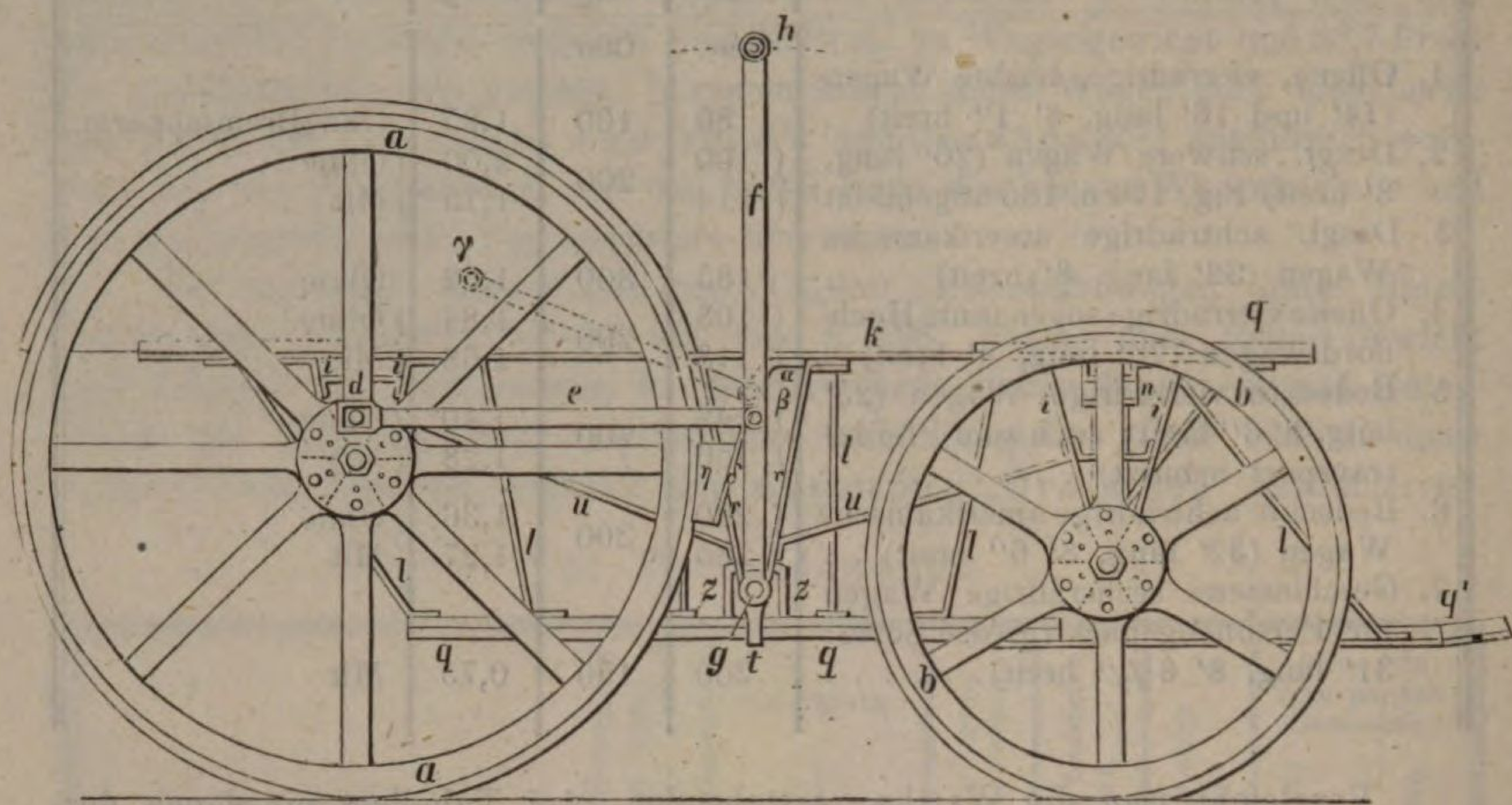
Zusatz. Mit dem Namen Draisine[1]) bezeichnet man eine Gattung

eines Passagiers zu 65 Kil., also für 68 Passagiere, die der erwähnte Doppelwagen aufnehmen kann, das Nutzgewicht 4420 Kil. Hiernach beträgt das auf eine Person kommende sogenannte todte Gewicht $\frac{6800}{65} = 104{,}6$ Kil., oder etwas über 2 Zollcentner, also verhältnissmässig sehr wenig. Dasselbe lässt sich von den Doppelwagen der Enghien-Montmorency-Bahn nachweisen. (Heusinger's Organ, Bd. 4, S. 42.)

1) Draisine (Vélocipède) hiess seiner Zeit ein vom Forstmeister von Drais zu Mannheim 1817 erfundener zweirädriger Wagen, der zum Selbstfahren diente. Die beiden Räder eines solchen Wagens lagen in einer Ebene und wurden durch ein entsprechendes Gestell mit einander verbunden. Auf letzterem, im freien Raume zwischen beiden Rädern befand sich ein Sattel, auf welchem der sich fahrende Mann reitend Platz nahm und sitzend durch Schieben, indem er sich abwechselnd mit einem Fusse um den anderen gegen den festen Boden stemmte, den Fortlauf bewirkte. Von einem Bügel aus, der zugleich als Armlehne diente, konnte

kleiner, vierrädriger Eisenbahn-Personenwagen, welche ausschliesslich zu Bahndiensten, zum Transporte der Bahn-Ingenieure, des Controle-Personals u. s. w. bestimmt sind und wobei die Arbeit zum Fortschaffen nicht durch Dampfwagen, sondern durch Menschen ausgeübt wird, welche auf dem Wagen selbst placirt sind. Fig. 192 und 193 zeigen in $1/_{24}$ der natürlichen Grösse eine der Drai-

Fig. 192.



sinen, welche bei der hannoverschen Eisenbahnverwaltung im steten Gebrauche sind und als nutzbare Fuhrwerke bezeichnet werden. Die naturgemässen Haupterfordernisse einer Eisenbahn-Draisine, geringes Gewicht und leichte Beweglichkeit im Verbande mit möglichst festem Baue, hat man auch bei der hier als Beispiel gewählten Draisine im Auge gehabt.

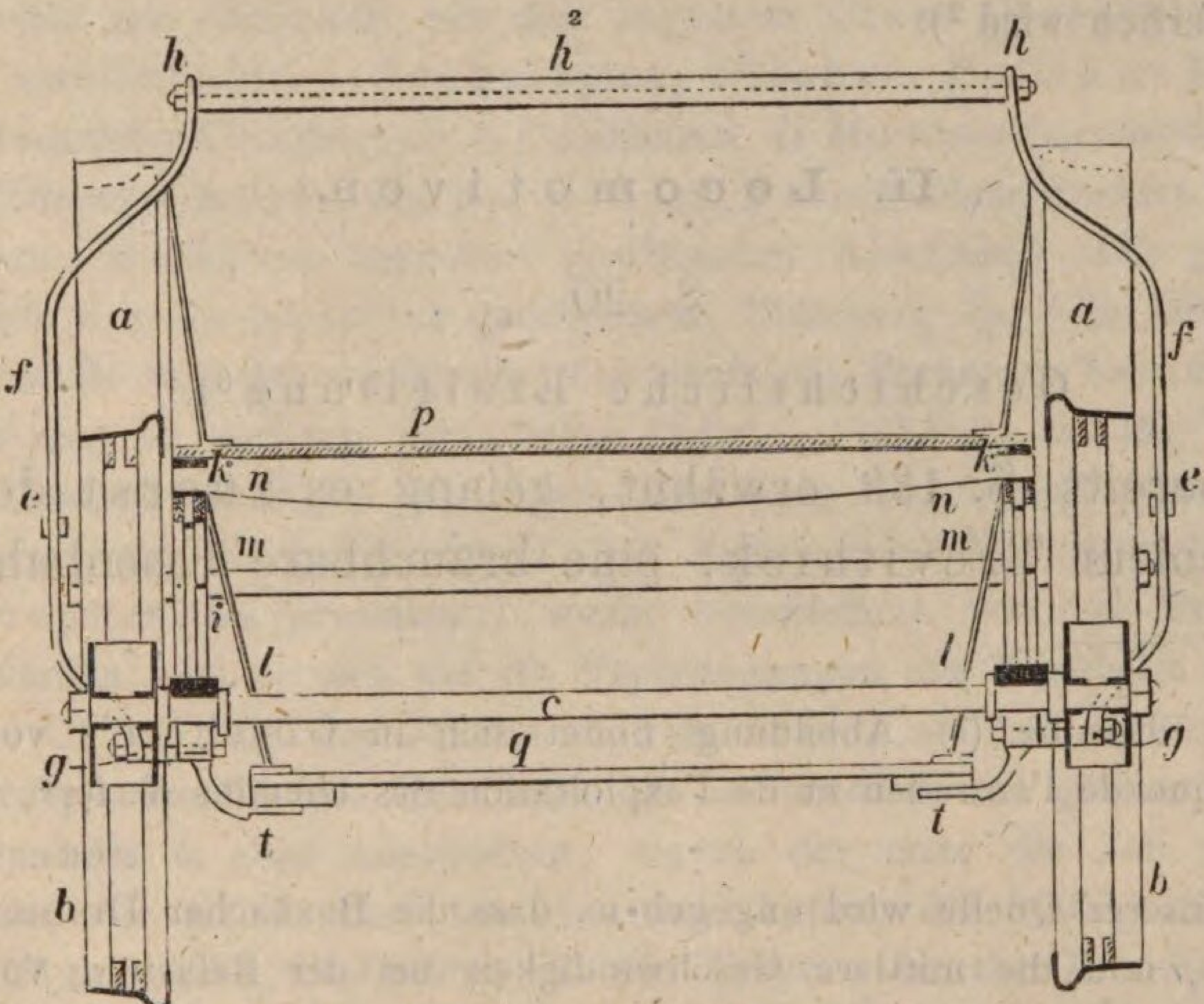
Hierzu hat man zunächst sowohl die grossen Hinterräder *aa* als die kleineren Vorderräder *bb* aus Holz construirt, d. h. zu Felgen und Speichen Holz genommen und letztere in die Nabe hinein keilförmig zu einer Scheibe vereinigt, von beiden Seiten mit Blechplatten bekleidet und durch Schrauben zu einem Ganzen verbunden. Die Reifen der Räder sind aus Eisenblech gebogen und (wie alle Eisenbahnräder) mit Spurkränzen ausgestattet.

man mit den Händen das Vorderrad steuern und so den Wagen lenken. Abgesehen von der erforderlichen Fertigkeit im Balanciren und Lenken, wurde der Mensch auf dem Wagen müder als beim Gehen. Im Jahre 1821 suchte ein gewisser Gomperz die Draisine durch Beifügung eines Kurbelmechanismus und eingeschalteter Zahnräder zu verbessern, ohne dadurch, wie sich von selbst verstand, das Grundübel des Fuhrwerkes zu beseitigen. Später hat man nicht mit Unrecht die Erfinder derartiger und ähnlicher Wagen, wobei die Menschenkraft als Triebmittel angewandt wird, als solche bezeichnet, welche Nichts gelernt oder Alles vergessen haben! Ueber Gomperz' Draisine handelt übrigens ein (mit Abbildung begleiteter) Artikel in Dingler's polytechn. Journale Bd. 5 (1821), S. 289.

Die zwei Zoll starken Achsen *cc* bestehen aus Gussstahl und sind auf ihnen die Räder ebenfalls festgekeilt, so dass sich beide gemeinsam umdrehen.

Das Gestell des Wagens wird hauptsächlich aus zwei schmiedeisernen Langträgern *kk* gebildet, die mit Achsstützen (Achshaltern) *ii*, Stäben *ll* und und *rr*, sowie Streben *uu* einen gehörigen Längenverband abgeben, der durch die beiden Radachsen *cc*, durch die hinteren und vorderen Sitzbretter *pp*, sowie endlich durch die Fussböden *qq* eine entsprechende Querverbindung erhält und zu einem festen Bau vereinigt wird.

Fig. 193.



Dass übrigens das Gestell mit den Tragstützen *m* auf den Achsbüchsen ruht, bedarf wohl nur der Andeutung. Hinzuzufügen möchte indess sein, dass man zwischen den oberen Enden der Achsstützen *m* und den Trägern *kk*, bei *n* Gummifedern eingeschaltet hat, um die Fahrenden so viel als möglich vor unangenehmen Erschütterungen oder Stössen zu bewahren.

In der Mitte, unmittelbar über dem Fussboden, liegt eine quer durch die ganze Wagenbreite gehende Welle *g*, an deren Enden die schwingend zu bewegenden Arbeitshebel *gfh* befestigt sind. Die beiden oberen Enden *h* dieser Hebel sind durch einen Eisenstab gehörig vereinigt und letzterer ist wieder mit einem Holzgriffe h^2 umgeben, um den Händen ein möglichst bequemes Anfassen zu bereiten. Sowohl die Lager für *g* als die eisernen Gehänge *t*, welche zugleich eine weitere Fussstütze abgeben, sind beide durch die Stäbe *rr* an die Träger *kk* gehangen und durch *uu* verstrebt. Die Welle *g* wird in ihrer ganzen Längenausdehnung von einer Blechkappe *z* gedeckt, die zugleich den auf *p* (Fig. 193) sitzenden Arbeitern als Fussstütze dient. Die Kraftübertragung der am Griffe h^2 des Hebels *f* thätigen Arbeiter auf die grossen Triebräder *aa* erfolgt durch Lenkstange *e* und Kurbel *d* in üblicher Weise.

Endlich ist η eine Backenbremse, die von einem eisernen Schuh δ aufgenommen wird, der zu einem Winkelhebel $\delta\beta\gamma$ mit β als Drehpunkt gehört. Die Achse β lagert dabei in einem Hängearme α, den man am Träger *k* befestigt hat.

Eine ähnliche Draisine, welche auf der Ludwigshafen-Bexbacher Bahn benutzt wird, findet sich im 6. Bande (1851) des Heusinger'schen Organs (S. 35) beschrieben und (Tafel VI.) abgebildet [1]. Letztere Fahrmaschine ist übrigens noch mit einer sogenannten Schrauben-Drehstütze ausgestattet, wodurch man ein leichteres Abheben des Wagens zu erreichen meint, wenn man ihn schnell aus der Bahn entfernen will. Indess ist eine solche Stütze fast steten Beschädigungen ausgesetzt und man thut überhaupt besser, sie (wie bei den hannoverschen Draisinen) gar nicht in Anwendung zu bringen.

In der Regel hebt man den Wagen ebenso schnell durch unmittelbares Anfassen von Menschen aus dem Gleise, was ja schliesslich auch bei der Drehstütze erforderlich wird [2].

II. Locomotiven.

§. 20.

Geschichtliche Einleitung [3].

Wie bereits S. 133 erwähnt, gelang es zuerst dem englischen Ingenieur Trevithick, eine brauchbare Eisenbahn-Loco-

1) Fast dieselbe (?) Abbildung findet sich in Goschler's vortrefflichem „Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer", Paris 1865, T. 2, p. 449.

2) In unserer Quelle wird angegeben, dass die Bexbacher Draisine 525 Kilogramm wiege, und die mittlere Geschwindigkeit bei der Belastung von vier Personen, wovon zwei arbeiten, 300 Meter in der Minute betrage, wobei zwei Mann eine Stunde lang ohne wesentliche Anstrengung thätig sein konnten. Bei den hannoverschen Draisinen von 8 bis 10 Ctnr. Gewicht rechnet man, dass für gewöhnlich die deutsche Meile in 45 Minuten gefahren werden kann.

3) Literatur zur Geschichte der Eisenbahn-Locomotiven: Wood, A Practical Treatise on Rail roads etc. Dies bereits S. 156 genannte Werk handelt im sechsten Capitel (der dritten, auch ins Deutsche übertragenen Auflage) von den verschiedenen bewegenden Kräften auf Eisenbahnen und widmet dabei zehn Paragraphen (§. 5 bis §. 15) der geschichtlichen Entwickelung der Locomotiven. Besonders bemerkenswerth sind dabei die ausführlichen Berichte über die Concurrenzfahrten vor der Eröffnung (1829) der Liverpool-Manchester-Bahn. Die Geschichte der Locomotiven überhaupt reicht indess kaum bis zur Mitte der dreissiger Jahre. — Barlow, A Treatise on the manufactures and machinery of Great-Britain (Excerpt Encyclopaedia Metropolitana), London 1836. Hier ist die Geschichte der Locomotiven zwar nur in kurzen Abrissen (§. 301 bis §. 313) behandelt, reicht auch nur bis zum Anfang der dreissiger Jahre, jedoch sind die mit aufgeführten Versuche Lardner's (nach dessen „Lectures on the Steam Engine") bemerkenswerth, welche dieser 1831 mit Locomotiven der Liverpool-Manchester-Bahn zuerst anstellte. — Coste-Perdonnet, Mémoires sur les chemins à ornières, Paris 1830. Dieses zwar dem Eisenbahnwesen im Allgemeinen gewidmete Werkchen enthält nichts destoweniger die besten uns bekannten, nach Maassstab gezeichneten Abbildungen der allerersten

motive zu Stande zu bringen. Im Jahre 1804 wurde diese Maschine dem Betriebe übergeben und zwar in Süd-Wales auf der

aus Stephenson's Maschinenfabrik (in Newcastle upon Tyne) hervorgegangenen Locomotiven der Liverpool-Manchester- und Manchester-Bolton-Eisenbahn. — Heusinger von Waldegg, Geschichte der Erfindung und Ausbildung der Locomotiven-Maschine. Umfasst den Zeitraum von 1800 bis Mitte der vierziger Jahre. Eine fleissige sorgfältige Arbeit, die später (1850) gleichsam als Einleitung eines grösseren Werkes „Abbildung und Beschreibung der Locomotiven-Maschine" erschien, welches der Genannte mit dem Ingenieur Claus (Kreidel's Verlag, in Wiesbaden) veröffentlichte. — Lechatelier, Flachat, Petiet et Polonceau, Guide du Mécanicien Constructeur et Conducteur de Machines Locomotives, Ausgabe von 1859. (Die erste Ausgabe von Flachat und Petiet allein erschien 1840, jedoch ohne einen der Geschichte besonders gewidmeten Abschnitt.) Die geschichtliche, wahrscheinlich von Lechatelier geschriebene Einleitung (p. 3 bis 20) der 1859er Ausgabe, enthält manche werthvolle, besonders die Franzosen betreffende Bemerkungen, die man an anderen Orten nicht findet. — Clark, On the Improvement of Railway Locomotive Stock etc. Eine Vorlesung mit darauf folgender Debatte in der Versammlung der Institution of Civil Engineers (4. November 1856, welcher Robert Stephenson präsidirte), worin verschiedene wichtige Prioritätsfragen behandelt werden, welche sich auf die Verbesserungen der Eisenbahn-Locomotiven beziehen. — Clark, Railway-Machinery, ein Werk, welches bereits S. 157 empfohlen wurde, behandelt die Geschichte der Locomotiven mit grosser Gründlichkeit und Sachkenntniss in zwei Abschnitten, wovon der erste die Zeit von 1784 bis 1830 umfasst, der zweite aber bis über den Anfang der funfziger Jahre hinausreicht. — Clark und Colburn, Recent Practice in the Locomotive Engine, London 1860. Gleichsam eine Fortsetzung des vorgenannten Werkes, nur dass es ausschliesslich die Locomotiven behandelt und den amerikanischen Maschinen einen ganz besonderen Abschnitt widmet. — Smiles, The life of George Stephenson, London 1857 und Lives of the Engineers, Vol. 3 (George and Robert Stephenson), London beziehungsweise 1857 und 1862. Beides vortreffliche Abhandlungen für das Studium der Geschichte der Locomotiven. Das erste ist deutsch bearbeitet erschienen und bildet Nro. 30 von Carl B. Borck's Eisenbahnbüchern. — O. D. Hedley, Who invented the Locomotive Engine. Eine 1858 in London erschienene Streitschrift, worin der Anspruch W. Hedley's (Vater des Verfassers) auf die Erfindung der Eisenbahn-Locomotiven (den Behauptungen Smiles' gegenüber) geltend gemacht wird. Diese Ansprüche wurden noch von Robert Stephenson gründlich widerlegt. Man sehe deshalb das zweite der angeführten Smiles'schen Bücher „Lives of the Engineers", Vol. 3, p. 497 bis 504. — Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer. Tome 3, Paris 1865, chap. 12: „Histoire des Locomotives", eine bis zur Gegenwart reichende Arbeit, worin man namentlich den Antheil kennen lernt, welchen die Franzosen an den Verbesserungen der Eisenbahn-Locomotiven genommen haben. — Colburn, Locomotive-Engineering, Glasgow 1864 bis 1866 (Part 1 bis 10). Ein vortreffliches (noch nicht vollendetes) Werk, worin die Ansichten der Locomotiven mit besonderer Gründlichkeit behandelt werden, mit sorgfältiger Quellenangabe aller dabei benutzten Patent-Beschreibungen, Aufsätze, Abhandlungen und Werke.

Merthyr-Tidvil-Eisenbahn, um mit Roheisen beladene Wagen von den Pen-y-darrn-Works wegzuschleppen [1]).

Aus den Abbildungen dieser Locomotive bei Smiles [2]) und Colburn [3]) erhellt, dass sie auf vier am Umfange völlig glatten Rädern lief, deren Umdrehung von der Dampfmaschine aus mittelst Lenkstange und Krummzapfen unter Einschaltung von Zahnrädern bewirkt wurde. Ein einziger Dampfcylinder war über der Vorderachse im Kessel horizontal gelagert, in welchem sich ein Kolben von 8 Zoll Durchmesser mit dem bedeutenden Hube von 4½ Fuss bewegte. Die sonstige Anordnung der Dampfmaschine scheint gleich der seines Strassen-Dampfwagens (S. 132) gewesen zu sein [4]), d. h. eine ohne Condensation des Dampfes arbeitende sogenannte Hochdruckmaschine, mit Hahnsteuerung, ähnlich Leupold's Maschine, welche Bd. 1, S. 404 beschrieben und durch Abbildungen erläutert wurde. Der Dampfkessel war ein Kreiscylinder, worin man zugleich den Dampfcylinder in horizontaler Lage placirt hatte und dessen zugehöriger Schornstein eine Höhe von circa 12 Fuss gehabt zu haben scheint. Der aus dem Dampfcylinder entweichende Dampf wurde in einem Rohre, dessen Ende rechtwinklig aufwärts gebogen war, in den Schornstein geblasen.

So richtig letztere Thatsache ist, so dürfte es doch als gewiss anzunehmen sein, dass Trevithick von der wichtigen Eigenschaft des heutigen Dampfblasrohrs als Zugbeförderungsmittel entweder gar keine oder doch nicht die rechte Idee gehabt hat, was fast zweifellos dadurch wird, dass er später (1815) selbst ein Patent auf Anbringung von Ventilatoren nahm [5]), um damit den für ein brauchbares Feuer erforderlichen Luftzug herbeizuführen.

Beim ersten Versuche schaffte Trevithick's Maschine einen Zug fort, dessen Wagen mit 10 Tonnen (200 engl. Ctnr.) Stangeneisen (bar-iron) beladen waren, und legte dabei per Stunde einen Weg von 5 engl. Meilen zurück. Auch nachher scheint die Maschine mit Erfolg gearbeitet zu haben [6]), indess

1) Bemerkt zu werden verdient (für Deutschland) eine 1833 in Cassel erschienene Schrift des Oberbergraths Henschel, welche betitelt ist: Neue Construction der Eisenbahnen und Anwendung comprimirter Luft. Darin wird S. 4 Folgendes angeführt: „Im Jahre 1803 machte ich meinen ersten Entwurf zu einem Dampfwagen, welcher von den hiesigen Technologen Jussow, Lange, Köhler etc. mit Beifall aufgenommen wurde. Die Sache fand jedoch keinen Eingang. Gleichzeitig war in England noch wenig dergleichen geschehen. Auch später, nach Anfertigung eines Modells in natürlicher Grösse, ergab sich keine Gelegenheit zu einer wirklichen Ausführung."

2) A. a. O. „Lives etc." S. 83.

3) A. a. O. S. 13.

4) Colburn, a. a. O. p. 13, liefert eine Abbildung, welche mit „Trevithick's Locomotive 1803" bezeichnet ist, sich jedoch in der Patent Specification Nr. 2599 vom 26. März 1802 nicht vorfindet.

5) Smiles' „Lives etc.", Vol. 3, p. 498.

6) Nach der Aussage des Monteurs der Maschine, eines gewissen Rees Jones (Smiles' „Lives etc." p. 83), arbeitete die Maschine nach Wunsch, nur zerbrach sie zu oft die Bahnschienen und deren Verbindungstheile.

stellten sich auch zwei widerstreitende Erscheinungen heraus, nämlich, dass ihr Gewicht zu gross war in Bezug auf die Widerstandsfähigkeit der flachen gusseisernen Bahnschienen (tramplates), dagegen wiederum zu klein war, um eine hinlängliche Adhäsion der glatten Räder auf den Bahnschienen zu erzeugen und eine wünschenswerthe Zahl schwer beladener Wagen fortzuschaffen [1]).

Statt sich gegen beide Uebel so zu helfen, wie dies nach Trevithick andere Ingenieure verstanden, d. h. das Gewicht der Locomotiven (und namentlich das auf die Triebräder kommende Gewicht (in der unten stehenden Note Nr. 3 mit L_1 bezeichnet) zu vergrössern und nicht nur stärkere, sondern auch schmiedeiserne Bahnschienen in Anwendung zu bringen, verzweifelte Trevithick überhaupt an der Möglichkeit, eine brauchbare Eisenbahnlocomotive

1) Zur besseren Beurtheilung der Frage, welches Gewicht $= L_1$ auf den Triebrädern einer Locomotive ruhen muss, um eine bestimmte Zugkraft ausüben zu können, ohne zu glitschen, sei f_a der sogenannte Adhäsionscoefficient zwischen den Rädern und Bahnschienen, ferner sei $Q + q$ der Gesammtwiderstand eines Zuges, sowie c die Zahl, welche ausdrückt, wie vielmal die Zugkraft fL grösser sein soll als der Widerstand des Zuges. Sodann hat man, wenn m, nach S. 117 bis 119, den sogenannten Widerstandscoefficienten bezeichnet, die Gleichung:

$$c \cdot m (Q + q) = f_a L_1.$$

Für $c = 1{,}3$, ferner $m = {}^1/_{100}$, $f_a = {}^1/_{20}$ (bei sehr schlechtem Zustande der Schienen, wenn sie schlüpfrig und schmutzig sind, nach Wood und Köhler a. a. O. S. 339) und $L_1 = 4$ Tonnen, findet man

$$Q + q = \frac{f_a L_1}{c \cdot m} = \frac{4100}{20 \,.\, 1{,}3} = 15{,}5 \text{ Tonnen circa.}$$

Dazu werde bemerkt, dass $m = {}^1/_{100}$ lange noch nicht der grösste bei den älteren Eisenbahnen ermittelte Werth ist. So soll Palmer bei einer Schieferbrucheisenbahn (nach Wood-Köhler, S. 249) gefunden haben, $m = {}^1/_{87}$ und Tredgold in seinem „Rail-Roads and Carriages" giebt sogar (p. 16) an, dass bei anderweiten Versuchen mit einem Pfunde Kraft eine Last von sechzig Pfunden, auf einer horizontalen Eisenbahnstrecke, mit einer Geschwindigkeit von $2\,{}^1/_2$ engl. Meilen pro Stunde gezogen worden wäre, wozu Tredgold noch die Bemerkung fügt, dass demnach ein mittelstarkes Pferd auf derselben Eisenbahn ein Totalgewicht von 9000 Pfund fortzuschaffen im Stande sein würde. Es wäre hiernach $m = {}^1/_{60}$ gewesen.

Unter Annahme dieses letzteren Werthes hätte sich aus der Gleichung

$$1{,}3 \,.\, {}^1/_{60},\ 15{,}5 = {}^1/_{20} L_1,$$

das erforderliche Gewicht der Locomotive berechnet zu: $L_1 = 6{,}7$ Tons.

Nach mir vorliegenden Abbildungen und Angaben Colburn's (a. a. O. p. 14) dürfte aber Trevithick's Locomotive nicht mehr als höchstens 4 Tons Totalgewicht gehabt haben.

Die zuerst berechneten und im zweiten Falle angenommenen 15,5 Tons Totalgewicht des Zuges, bei Trevithik's erstem Versuche, entsprechen den Angaben Tredgold's (a. a. O. p. 93), dass bei den ersten Eisenbahnwagen (wahrscheinlich Kohlenwagen) das Gewicht des Wagens allein etwa die Hälfte des Totalgewichts betragen hätte. Die Nutzlast des Zuges betrug, wie oben im Texte angegeben, zehn Tonnen.

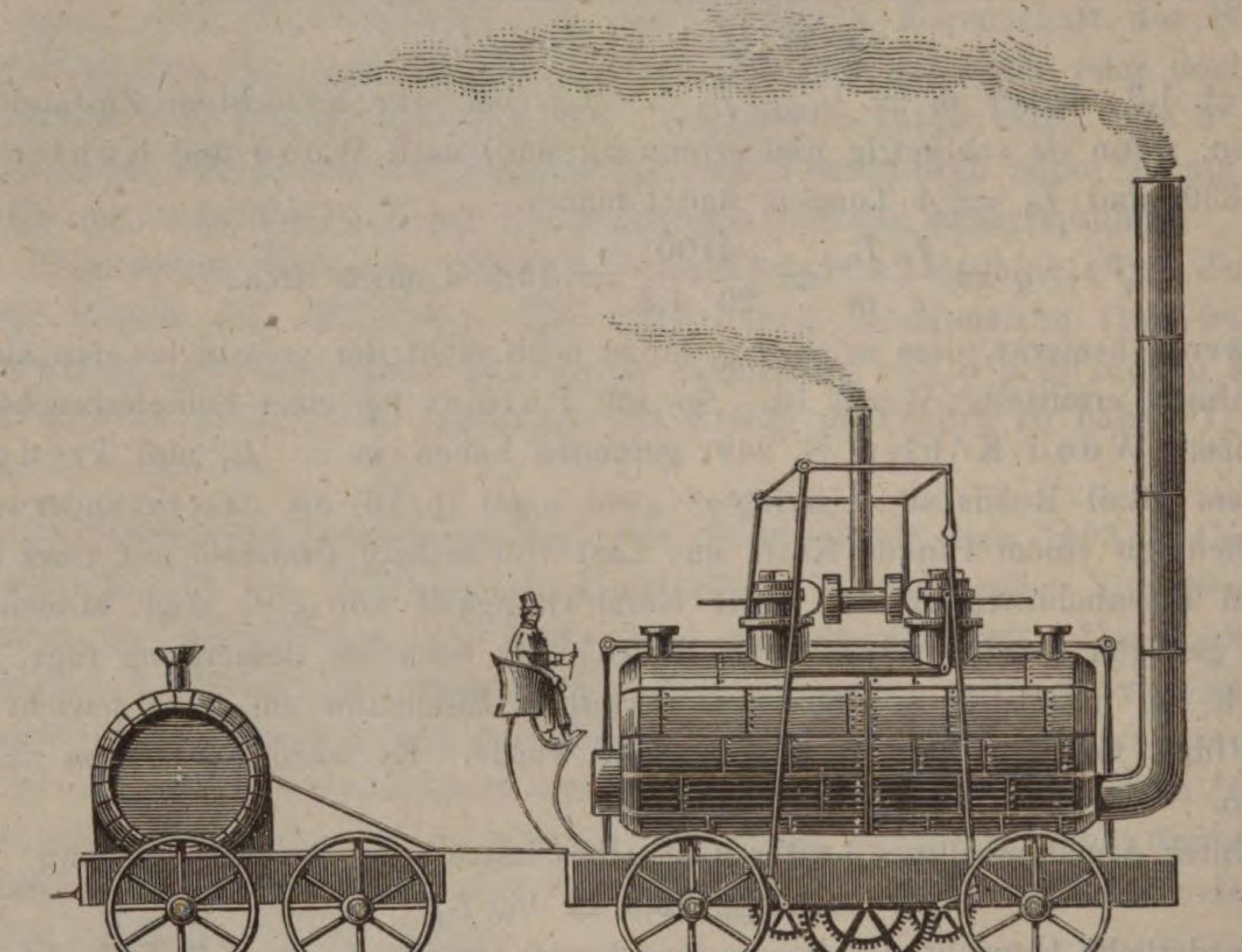
mit glatten Radreifen (Bandagen, Tyres) zu Stande zu bringen, weshalb er nicht nur seine Maschine von gedachter Eisenbahn entfernte, sondern auch jede weitere Verfolgung des Gegenstandes ganz aufgab.

Die von Trevithick gemachten übeln Erfahrungen und das Ansehen, was er als einer der tüchtigsten Ingenieure seiner Zeit genoss[1]), waren Veranlassung, dass man ganz besondere Mittel ausfindig zu machen für nöthig hielt, um Locomotiven zum Fortschaffen grösserer Lasten und namentlich auf ansteigenden Strecken brauchbar zu machen.

Die beachtenswertheste Anordnung aller desfallsigen Versuche ist die eines gewissen Blenkinsop, Aufseher des Middleton-Kohlenbergwerkes bei Leeds, dem 1811 ein Patent ertheilt wurde[2]) auf Anwendung einer längs der ganzen Eisenbahnlinie gelegten mit Zähnen versehenen Schiene an einer Seite der Bahn fortlaufend, in welche Zahnschiene ein von der Locomotive umgedrehtes Zahnrad greifen sollte, um deren Fortlauf zu bewirken. Es war einleuchtend, dass durch eine solche Construction selbst starke Neigungen überwunden werden konnten, über welche die Locomotive Bahnzüge zu transportiren hatte.

Fig. 194 zeigt die Blenkinsop'sche Anordnung, und ist diese Abbil-

Fig. 194.



1) Lecount, ein Ingenieur der London-Birmingham-Eisenbahn, spricht sich (nach Smiles' „Lives" p. 498) über Trevithick an einer Stelle, wo es sich um dessen Antheil an der Erfindung des Blasrohrs als Luftzugbeförderungsmittels bei Locomotiven handelt, folgendermaassen aus: „Trevithik has laurels enough, and has no need to borrow a single leaf from the crown of another."

2) Patent Specification Nr. 3431 vom 16. Mai 1811 (leider ohne Abbildungen).

dung dem oben S. 156 (in der Note) gedachten Cumming'schen Schriftchen entnommen, zugleich die älteste Quelle, welche der Verfasser von glaubwürdigen Berichterstattern aufzutreiben vermochte [1]). Der ganze Bau ruhte auf vier Rädern mit völlig glatten Umfängen oder Reifen, welche gleichzeitig durchaus unabhängig von den arbeitenden Theilen der Maschine waren. Die Betriebsdampfmaschine, von dem bereits Bd. 1, S. 414 rühmlichst erwähnten Mechaniker Murray in Leeds construirt, bestand (zum ersten Male) aus zwei senkrecht auf halbe Höhe in den Dampfkessel versenkten neben einander stehenden Cylindern, von denen Kolbenstangen die Bewegung mittelst Lenkstangen und Kurbeln auf Zahnräder übertrugen, die mit einem dritten Zahnrade im Eingriffe standen, und wodurch endlich die Umdrehung eines vierten Zahnrades bewirkt wurde, dessen Zähne in die (an einer Seite der Bahn festliegende) Zahnstange fassten. Jede Dampfmaschine war doppelt wirkend, und die beiden Krummzapfen unter rechtem Winkel gegen einander gestellt.

Der Dampfkessel war cylindrisch mit einem der ganzen Länge nach durchgehenden Feuerrohre, in welchem man (nach dem Cornwall'schen Systeme, Bd. 1, S. 481) den Rost placirt hatte. Der Druck des Dampfes dürfte 30 bis 40 Pfd. pro Quadratzoll betragen haben. Der Kessel soll pro Stunde 8 Cubikfuss Wasser mit einem Aufwande von 75 Pfd. Kohlen verbraucht haben. Den aus den Cylindern abströmenden Dampf liess man direct in die Atmosphäre blasen.

Das Gewicht der Blenkinsop'schen Locomotiven wird zu 5 Tons angegeben, womit sie einen Zug, aus 30 Kohlenwagen von 94 Tons Gesammtgewicht bestehend, auf der Horizontalen mit $3\frac{1}{2}$ engl. Meilen Geschwindigkeit pro Stunde fortgezogen oder einen anderen Zug von 15 Tons über eine Gradiente von $\frac{1}{15}$ mit 10 Meilen Geschwindigkeit pro Stunde transportirt haben soll [2]).

Blenkinsop's Zahnstangenbahn mit ihren Locomotiven scheint bis zum Anfange der dreissiger Jahre zwischen Middleton und Leeds ohne Unterbrechung dem Kohlentransporte nützlich gewesen zu sein, jedoch ausser einem Versuche, welchen ein angesehener Kohlenbergwerksbesitzer zu Wylam (am linken Ufer des Tyne, etwa 8 Meilen westlich von Newcastle upon Tyne) mit Namen Blackett machte [3]), keine weitere Verwendung, wenigstens nicht in Europa, gefunden zu haben [4]).

Von noch anderen Bemühungen, die Mängel der Trevithick'schen

1) Die Art der Verbindung der oberen Kolbenstangenenden mit den sogenannten Traversen und der letzteren mit den Lenkstangen ist offenbar ganz falsch gezeichnet. Indess hielt es der Verfasser für Pflicht, die Abbildung des Originals unverändert wiederzugeben.

2) Clark, Railway-Machinery, p. 2.

3) Smiles' „Lives etc." p. 87.

4) Colburn in seinem „Locomotive Engineering" p. 16 erzählt, dass 1848 das Zahnstangensystem in Nordamerika und zwar für eine Ansteigung von $\frac{1}{17}$, bei der Madison- und Indianopolis-Eisenbahn, nochmals Anwendung gefunden habe. Colburn giebt Zeichnung und Beschreibung der betreffenden Locomotiven seinen Angaben bei und fügt als Sonderbarkeit hinzu, dass die sechsrädrige Maschine mit nicht weniger als fünf Dampfcylindern ausgestattet gewesen sei.

Locomotive zu umgehen, verdienen höchstens die der Gebrüder Chapman zu Newcastle (1812) und die eines gewissen Brunton (1813) auf den Butterley-Eisenwerken in Derbyshire, erwähnt zu werden. Ersterer versuchte nämlich den Fortlauf der Locomotive dadurch zu bewirken, dass er längs der Eisenbahnmitte eine Kette ausspannte und diese entsprechend um eine Scheibe oder Trommel laufen liess, welche unter der Maschinenmitte gelagert war und sich in festen Lagern umdrehte.

Brunton dagegen versah seine Locomotive an ihrem Hintertheile mit automatischen Beinen und Füssen, welche sich ähnlich arbeitenden lebenden Pferden (Fig. 118, S. 123) gegen den festen Boden stemmten, die an den untersten Enden mit Zacken ausgestattet waren, damit sie nicht gleiten konnten u. s. w. [1]).

Chapman's Anordnung gelangte kaum versuchsweise zur Ausführung und auch Brunton's System „Imitations of nature, to go upon legs" scheint niemals wirklich praktischen Zwecken gedient zu haben [2]), nach Smiles [3]) wenigstens nicht weit über das Experimentiren hinaus gekommen zu sein.

Die Lösung der Hauptaufgabe war dem bereits erwähnten Blackett und einem seiner Aufseher bei den Wylam-Kohlenwerken, William Hedley, aufbewahrt, die beide nach allerlei übeln Erfahrungen mit dem Zahnstangensysteme wieder auf die Verwendung völlig glatter Triebräder, zur Erzeugung der zum Fortschreiten erforderlichen Adhäsion zwischen den Radumfängen und den Bahnschienen, zurückkamen [4]).

Nach allerlei Versuchen mit durch Menschenhand bewegten Wagen [5]), um das richtige Gewicht zu ermitteln, welches bei verschiedenen Zuständen und Beschaffenheiten der Bahnschienen auf die Triebräder kommen musste, damit bei gegebenen Zuglasten kein Glitschen der Räder eintrat, liess Blackett 1812 durch Hedley erst eine eincylindrige, nachher 1813 eine zweicylindrige, vierrädrige Locomotive für die Wylam-Lemington-Eisenbahn ausführen, der schliesslich eine dritte verbesserte und auf acht Rädern laufende Maschine von der Art folgte, wie in Fig. 195 abgebildet ist.

Die Dampfkraft wurde von zwei vertical stehenden Cylindern aufgenommen und durch mit Watt'schen Parallelogrammen zur Senkrechtführung der Kolbenstangen versehene Balanciers auf Lenkstangen und Kurbeln übertragen.

1) Ausführliches findet sich in der betreffenden Patent Specification Nr. 3700 vom 13. Mai 1813.

2) Wood-Köhler, Eisenbahnbaukunde, S. 205.

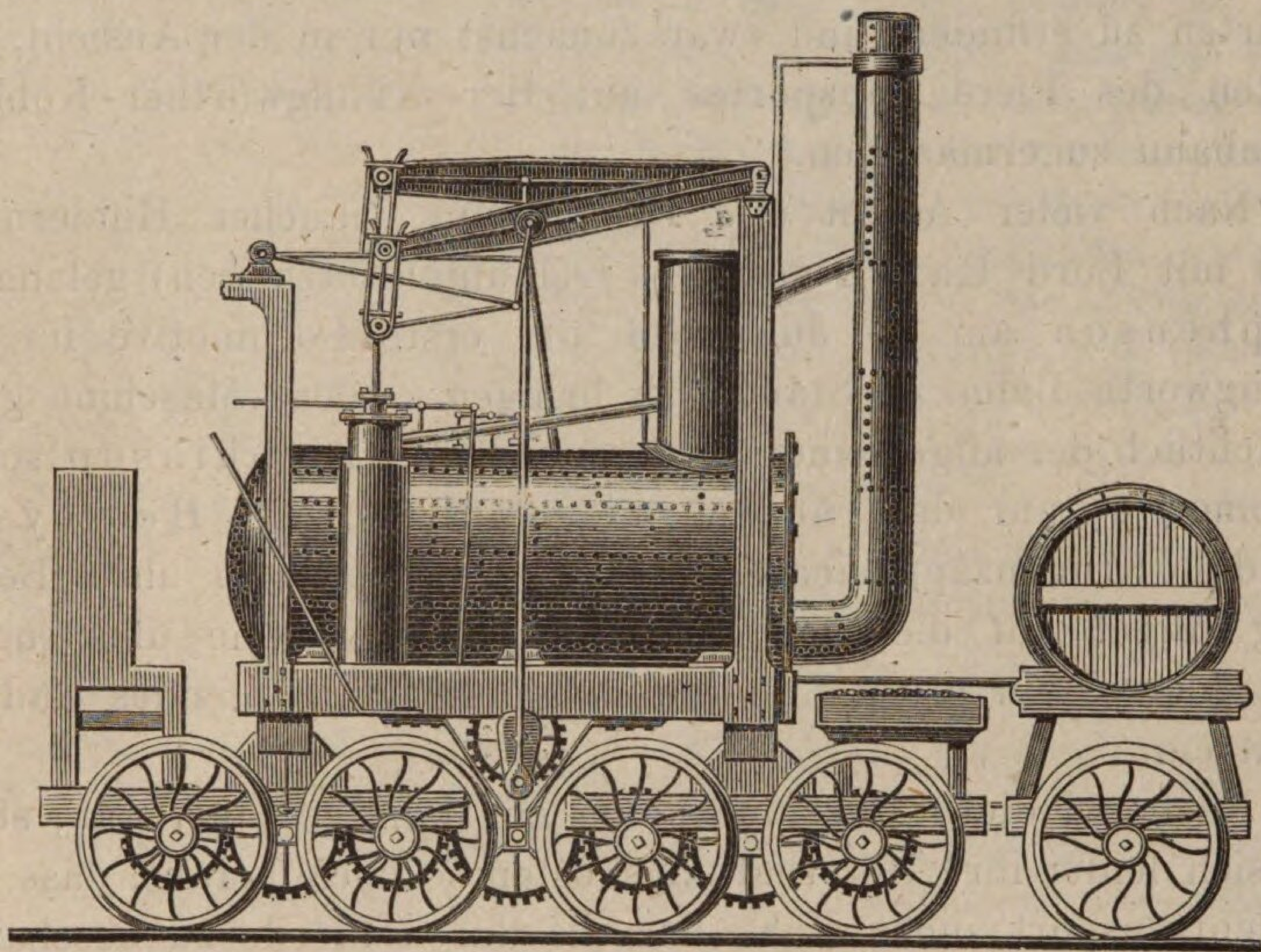
3) „Lives" p. 86.

4) Hedley's Patent Specification (leider ebenfalls ohne Abbildungen) datirt vom 13. März 1813 und trägt die Nummer 3666. Specieller noch behandelt den ganzen Gegenstand die bereits früher angegebene Streitschrift, welche ein Sohn Hedley's 1858 in London unter dem Titel veröffentlichte: Who invented the Locomotive engine.

5) Smiles' „Lives", p. 91 und mit Abbildungen begleitet bei O. D. Hedley a. a. O. S. 12, Plate 3.

Mit letzteren auf derselben Welle hatte man Zahnräder befestigt, welche die Umdrehkraft auf andere ähnliche und gleiche Räder übertrugen, wovon je vier

Fig. 195.



auf den Achsen der Laufräder sassen, wodurch zugleich alle acht Räder der Maschine gekuppelt und zum Aufgreifen auf die Bahnschienen gezwungen wurden.

Um das belästigende Geräusch des aus den Cylindern in den Schornstein blasenden Dampfes zu vermindern oder gänzlich zu vermeiden, liess man denselben in eine am hinteren Theile des Kessels placirte cylindrische Kammer und erst von da ab durch ein zweites Rohr in den Schornstein strömen.

Zwei besonders bemerkenswerthe und wirksame Constructionstheile dieser Locomotive waren überdies noch folgende. Erstens der eigenthümliche mit einem rückkehrenden Rauchrohre versehene Dampfkessel (return-flue-boiler) [1]), so dass die Heizung von dem Ende aus geschah, woselbst sich der Schornstein befand, und wodurch eine verhältnissmässig grosse Heizfläche erlangt wurde. Zweitens, dass man die Schornsteinweite vermindert, von 20 bis 22 Zoll auf das (für die Dampfcylinder passende) bessere Maass von 12 Zoll Durchmesser gebracht hatte und damit einen günstigeren Zug für die zwischen den Roststäben eindringende atmosphärische Luft erlangte.

Während der Zeit dieser Bemühungen war Georg Stephenson [2]) (erst Maschinenaufseher, nachher Ingenieur des in nörd-

1) Abbildungen bei O. D. Hedley a. a. O. p. 22, Pl. 4.

2) Georg Stephenson, der nachher weltberühmte, um das Eisenbahnwesen und die Locomotiven hochverdiente Mann, wurde 1781 am 9. Juni von

licher Richtung von Newcastle gelegenen West-Moor-Kohlenwerkes zu Killingworth) bereits eifrig mit der Idee beschäftigt gewesen, eine zweckmässigere Locomotive als die bisher construirten zu erfinden, und zwar zunächst nur in der Absicht, die Kosten des Pferdetransportes auf der Killingworther-Kohlen-Eisenbahn zu ermässigen.

Nach vieler Arbeit und Bekämpfung mancher Hindernisse (und mit Lord Ravenworth's Geldunterstützungen) gelang es Stephenson am 25. Juli 1814 die erste Locomotive für die Killingworth-Bahn zu Stande zu bringen. Diese Maschine glich hinsichtlich der allgemeinen Dispositionen der Blenkinsop'schen Locomotive, nur dass ähnlich wie bei Blackett-Hedley die auf den Krummzapfenachsen steckenden Zahnräder ihre Bewegung direct auf die vier Laufräder der Maschine übertrugen, statt hierzu ein grosses in eine Zahnstange greifendes Rad zu benutzen.

Nachdem diese Maschine kaum ein Jahr gelaufen war, stellten sich leider ihre Unterhaltungskosten so hoch heraus, dass der Kohlentransport nicht wohlfeiler als durch Pferde zu beschaffen war. Stephenson glaubte die Hauptschuld des Uebels in der Bewegungstransmission durch Zahnräder zu finden und ersann deshalb eine völlig andere Construction der Locomotive, die er sich auch 1815 patentiren liess [1]).

Die Abbildungen der unten citirten Patentbeschreibung lassen erkennen, dass diese Maschine mit zwei senkrecht stehenden Cylindern der ersten zwar

braven Eltern des Arbeiterstandes (sein Vater war Kesselheizer bei der Dampfmaschine eines alten Kohlengruben-Pumpwerkes) in einer ärmlichen Hütte des bereits oben erwähnten Dorfes Wylam geboren. Der Hütte gegenüber führte die Holz- und nachherige Eisenbahn vorbei, auf der man mittelst Pferden mit Kohlen beladene Wagen nach dem Tyne-Einschiffungsplatze Lemington schaffte, und welche Bahn (wie bereits mitgetheilt) die erste war, auf der eine Locomotivmaschine hin und her fuhr, wobei man (Blackett und Hedley) mit völligem Erfolge die Adhäsion glatter Räder als Mittel des Fortlaufens zu benutzen verstanden hatte. Der treffliche Mann und Vater des um das gesammte Ingenieurwesen ebenso verdienten Robert Stephenson, starb in Tapton House, seinem lieblichen Wohnsitze, eine Meile von der Stadt Chesterfield, am 12. August 1848 im 67. Jahre seines Alters. Robert Stephenson wurde am 16. December 1803 geboren und starb am 12. October 1859 im 56. Lebensjahre.

1) Patent Specification Nr. 3887 vom 8. April 1815. Dieselbe nennt am Kopfe als Patentinhaber: Ralph Dodds (Oberaufseher der Killingworth Kohlenwerke) and George Stephenson, both of Killingworth, in the County of Northumberland.

äusserlich ähnlich, jedoch in sofern ganz verschieden war, als ihre beiden gekröpften Lauf- und Triebachsen durch horizontal unter dem Kessel in der Längenrichtung der Maschine hin und her schwingende Lenk- oder Kuppelstangen mit einander verbunden waren. Sodann, dass überdies der mitfolgende Tender (Munitionswagen für Wasser und Kohlen) durch eine endlose Kette mit der Hinterachse der Maschine derartig in Verbindung gesetzt werden konnte, dass man sein Gewicht zur Vermehrung der erforderlichen Adhäsion der Locomotive zu benutzen vermochte. Mehrfache Brüche der gedachten, wahrscheinlich schlecht geschmiedeten Kuppelstangen veranlassten Stephenson, auch die Kuppelung der beiden Triebachsen durch eine endlose Kette zu bewirken. Auf diese Anordnung, ferner auf die Construction und Verwendung von eigenthümlichen Dampffedern, um das Fortpflanzen nachtheiliger Stösse der Bahnunebenheiten auf die Maschine zu vermindern oder zu verhüten, und endlich auf die Vertheilung des Locomotivengewichtes auf sechs (statt auf vier) Räder, nahm Stephenson 1816 ein zweites Patent[1]), dessen Constructionsprincipien bereits ausserhalb der Killingworth-Eisenbahn sich Geltung verschafften.

Allgemeinen Beifall fanden Stephenson's Locomotiven jedoch erst nach Gründung seiner nachher so berühmten Maschinenfabrik in Newcastle upon Tyne, was im August 1823 geschah[2]).

Die Abbildung einer der ersten in gedachtem Etablissement gebauten Locomotiven, welche Stephenson für die 1822 eröffnete Eisenbahn zum Kohlentransporte von Hetton nach der Einschiffungsstelle am Wearflusse, unweit Sunderland, lieferte, findet sich besonders gut dargestellt in Tredgold's Werke: „Rail-Roads and Carriages“, wonach der hier folgende Holzschnitt, Fig. 196, gearbeitet ist. Tredgold hebt dabei hervor, dass im Volksmunde diese Locomotiven „Iron Horses“ genannt wurden.

A bezeichnet den Dampfkessel, ein sogenannter Cornwallkessel mit inwendig liegendem Roste, zu dem man von *F* aus gelangte. Die Verbrennungsproducte zogen in dem Schornsteine *C* ab, dessen Höhe circa 12 Fuss betrug. Der Dampfdruck im Kessel variirte von 40 bis 50 Pfd. pro Quadratzoll, *BB* sind die beiden Dampfcylinder mit Kolben von 9 Zoll Durchmesser und 24 Zoll Hub. Die Krummzapfen, auf welche die Dampfmaschinen ihre Bewegung übertrugen, waren unter rechten Winkeln gegen einander gestellt und zur constanten Erhaltung dieser Stellung, sowie zur besseren Vertheilung der übergetragenen Arbeit eine endlose Kette *G* angebracht, die über geeignete Scheiben auf den Radachsen gelegt war. Dass hierdurch zugleich beide Räder mit derselben Geschwindigkeit umgedreht wurden, bedarf wohl kaum erwähnt zu werden. Uebrigens hatten die Räder 3½ Zoll Durchmesser und die Achsschenkel (Zapfen) 3½ Zoll Dicke.

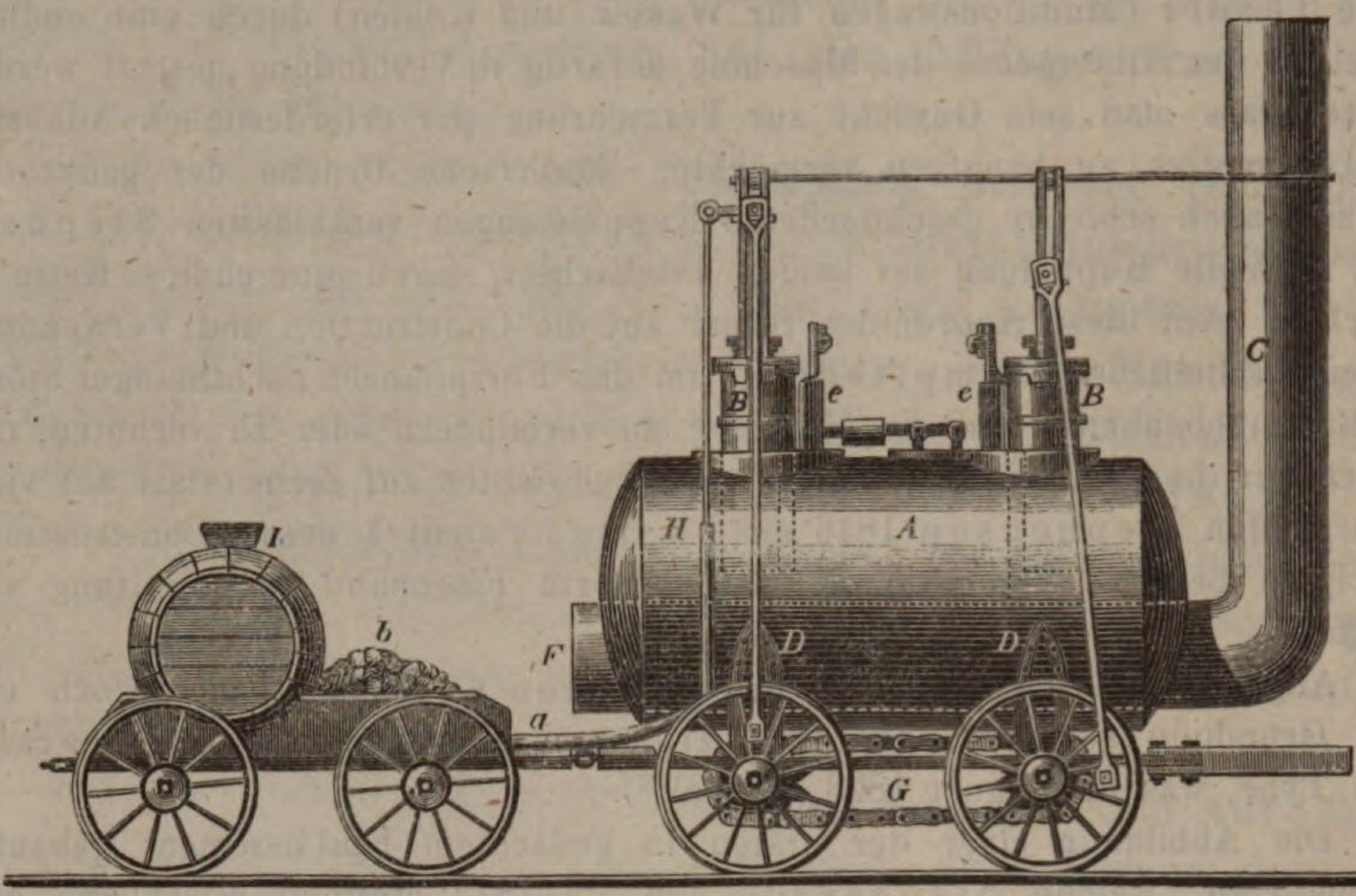
Mit den Buchstaben *DD* sind die bereits erwähnten Dampffedern angedeutet. Es bestanden diese aus kleinen Cylindern, deren obere Enden mit dem Innern des Kessels communicirten, während man sie nach unten hin ganz offen gelassen hatte. In diesen Cylindern verschoben sich dampfdichte Kolben,

1) Patent Specification Nr. 4067 vom 26. November 1816.

2) Smiles a. a. O. p. 163. In active Thätigkeit kam die Fabrik erst im folgenden Jahre 1824.

deren Stangen nach unten gerichtet und mit den Achsbüchsen der Räder in geeignete Verbindung gebracht waren. Der Dampf drückte gegen das Kesselwasser und dieses gegen die oberen Flächen der Kolben, so dass das Gewicht der

Fig. 196.



ganzen Maschine gleichmässig über alle vier Räder vertheilt war und ausserdem die ganze Anordnung einen völligen Ersatz der nachher gebräuchlichen Stahlfedern bildete. Leider hatten diese Dampffedern allerlei üble Eigenschaften an sich, beispielsweise, dass wenn der Dampf die zum Tragen erforderliche Elasticität nicht hatte, die Kolben aufwärts stiegen und die Federwirkung theilweise oder ganz aufhörte. Rechnete man hierzu die mögliche Nichtdichtung der gedachten kleinen Dampfkolben, so war es nicht zu verwundern, dass man dies System nachher wieder aufgab.

Die Speisung des Dampfkessels verrichtete eine von der Maschine getriebene Druckpumpe *H*, die ihr Wasser mittelst eines elastischen Schlauches *a* aus der Tonne *J* zog, welche nebst den erforderlichen Steinkohlen *b* auf dem bereits erwähnten Tender placirt war. Mit letzterem hatte man durch kurze Kuppelketten die fortzuschaffenden Kohlenwagen in geeignete Verbindung gebracht[1]).

Im Jahre 1825 verbesserte Stephenson seine Locomotiven dahin[2]), dass er die beiden Radachsen durch äussere Kuppelstangen verband und zugleich stählerne Tragfedern von der

1) Auf der Hetton-Eisenbahn zog eine Locomotive der beschriebenen Art (nach Tredgold p. 12 u. 14) 13 bis 17 Kohlenwagen, die beladen (zusammen) ein Gewicht von 64 Tons, leer von $18\frac{1}{2}$ Tons hatten. Die Fahrgeschwindigkeit variirte dabei von $3\frac{1}{4}$ bis 4 engl. Meilen per Stunde.

2) Abbildungen dieser Maschinengattung u. a. in Clark's „Railway Machinery“, p. 4.

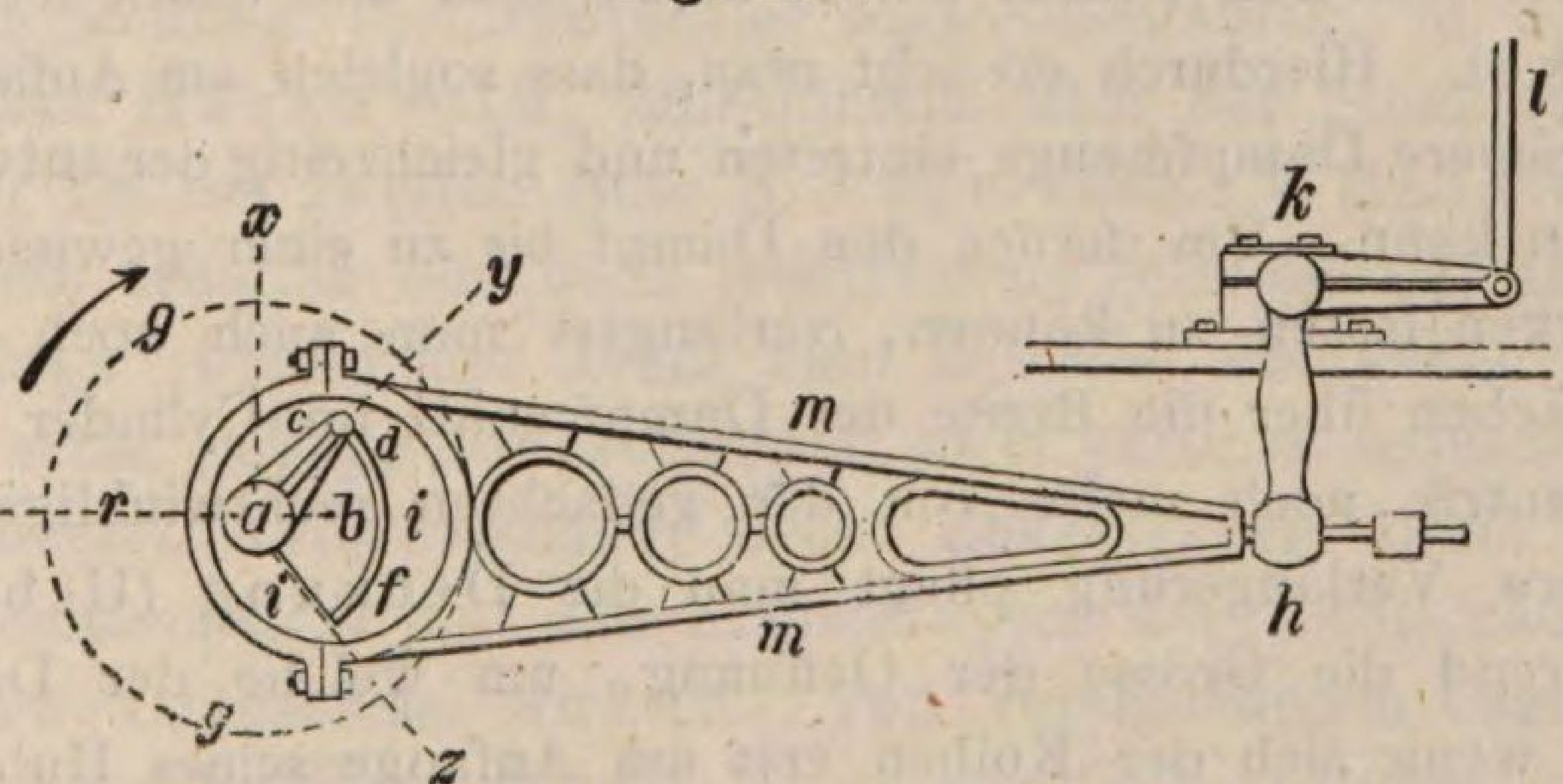
Art zwischen den Rädern und dem ganzen übrigen Bau einschaltete, wie wir solche an den meisten Locomotiven der Gegenwart noch vorfinden. Bemerkenswerth ist bei diesen Locomotiven auch der Mechanismus, wodurch man je nach Erforderniss das Vor- und Rückwärtsfahren der Maschine veranlassen konnte.

Nach Wood's Angabe[1]) war die Anordnung folgende:

Auf jeder der Triebachsen *a* war lose eine excentrische Scheibe *i* mit der Excentricität *ab* aufgesteckt, dagegen ein Arm *ac* (Mitnehmer genannt) auf derselben Achse unverrückbar befestigt, so dass sich letzterer mit der Triebachse stets zugleich umdrehte. Die Fläche der excentrischen Scheibe *i* war ferner mit einem kreisförmigen, aus *a* mit $ac = af$ als Halbmesser beschriebenen Schlitze versehen, in welchem ein Bolzen (Stift, Warze) am Ende *c* des Mitnehmers *ac* gleiten konnte. Je nachdem nun, durch Drehung der lose aufgesteckten excentrischen Scheibe, der Bolzen *c* sich in *d* oder *f* gegen die Endstellen der Kreisnuth *df* lehnte, hatte der Schieber der Dampfmaschine diejenige Stellung erlangt, welche zum Rückwärts- oder Vorwärtsfahren erforderlich war.

Die sonst in Fig. 197 gezeichneten Organe *m*, *klh* u. s. w. bedürfen keiner Erklärung[2]), da sie schon den von Watt getroffenen Anordnungen der Schiebersteuerungen durch Kreisexcentriks entsprechen, worüber bereits in Bd. 1, S. 415 u. s. w. ausführlich gehandelt wurde[3]).

Fig. 197.



1) Rail-Roads (Third Edit.), p. 298. In der Köhler'schen Uebersetzung S. 211.

2) Der Krummzapfenhalbmesser $\overline{am} = r$ ist in unserer Abbildung in horizontaler Stellung angenommen, während *ay* und *az* die verlängerten Richtungen der Excentrikshalbmesser $\overline{ab} = \varrho$ andeuten.

3) Mit Zuziehung von Fig. 261, Bd. 1, S. 416, erkennt man zuerst leicht, dass bei der mittleren Stellung des Kolbens einer gewöhnlichen Dampfmaschine der Dampfvertheilungsschieber nur in die völlig entgegengesetzte Lage geschoben zu werden braucht, um den Kolben nach der ebenfalls entgegengesetzten Richtung zu bewegen. Hierdurch wird aber gleichzeitig auch die Umdrehrichtung des Krummzapfens verändert, bei Locomotiven also auch die Drehrichtung der Triebräder.

Das gedachte System der losen Excentriks mit Mitnehmern auf der Locomotivtriebachse erhielt sich übrigens bis zur Mitte der dreissiger Jahre, wo es sich beispielsweise noch in Pambour's berühmtem Werke über Locomotiven ausführlich besprochen und durch Abbildungen erläutert vorfindet[1]).

Ungeachtet der günstigen Erfahrungen mit den Locomotiven der Killingworth- und Hetton-Eisenbahn hatte Stephenson vor Eröffnung der Stockton-Darlington-Bahn (welche das reiche Mineral- und besonders Steinkohlengebiet der Grafschaft Durham mit der Nordsee verbinden sollte) mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen, auch hier freie Locomotiven zur Anwendung zu bringen. Pferde und einige stationäre Dampfmaschinen, letztere wegen einiger sehr starken Steigungen, hielt man nicht nur für ausreichend, sondern auch für zuverlässiger und sicherer und nur versuchsweise bestellte man endlich drei Locomotiven in der neu errichteten Stephenson'schen Maschinenfabrik zu Newcastle upon Tyne[2]).

Wie bereits Bd. 1, S. 417 hervorgehoben wurde, stellt man hierzu den Halbmesser des Schieberexcentriks fast nie unter 90 Grad gegen den Krummzapfenradius, sondern vergrössert letzteren Winkel um 10 bis 30 Grad und nennt letzteren den Voreilungswinkel. Hierdurch erreicht man, dass sogleich am Anfange des Kolbenweges eine grössere Dampfmenge eintreten und gleichzeitig der entweichende Dampf besser abziehen kann. Um ferner den Dampf bis zu einer gewissen Grenze durch Expansion wirken lassen zu können, verlängert man auch noch die Deckflächen der Schieberflächen über die Breite der Dampfcanäle im Cylinder hinaus, wodurch sich das Excentrik noch mehr von der gedachten rechtwinkligen Stellung entfernt. Letztere Verlängerung pflegt man die Deckung (Ueberlappung) zu nennen, während die Grösse der Oeffnung, um welche der Dampfcanal schon geöffnet ist, wenn sich der Kolben erst am Anfange seines Hubes befindet, das Voreilen genannt wird. Es lässt sich zeigen, dass zwischen dem Excentrikshalbmesser $\overline{ab} = \varrho$ dem Voreilwinkel $xay = \delta$, Fig. 197, der Deckung $= e$ und dem Voreilen $= v$ die Gleichung besteht: $\sin.\delta = \frac{e + v}{\varrho}$, so dass beispielsweise für $e = 24$ Millim., $v = 6^{mm}$ und $\varrho = 60^{mm}$, $\sin.\delta = 1/2$, also $\delta = 30$ Grad ist, und mithin $\angle\, yaz = 120$ Grad betragen kann.

1) Pambour, A Practical Treatise on Locomotive Engine, London 1836, p. 18, Pl. 3. Eine Ausgabe in französischer Sprache erschien bereits 1835. Nach einer späteren Auflage bearbeitete Dr. Schnuse dies Werk deutsch, unter dem Titel: Theoretisch-praktisches Handbuch über Dampfwagen, Braunschweig 1841.

2) Eine Abbildung der ersten dieser Locomotiven findet man in Smiles' „Lives etc.", p. 175, woraus erkennbar ist, dass sie im Allgemeinen der späteren Killingworth-Maschine gleicht, zwei Paar durch äussere Stangen gekuppelte verhältnissmässig hohe Triebräder hat und mit dem Blasrohre versehen ist, welches, zur Beförderung des Luftzuges, den gebrauchten Dampf in den Schornstein

Stephenson sah jedoch auch hier seinen sprüchwörtlich gewordenen Mahnruf „Perseverance“ (Beharrlichkeit), womit er Jung und Alt immer zu ermuthigen pflegte, mit Erfolg gekrönt, indem er bereits bei der Eröffnung der Bahn (am 27. September 1825) die Genugthuung hatte, dass seine erste Locomotive mit einem 90 Tonnen schweren (mit Personen und Kohlen beladenen) Wagenzuge in 65 Minuten die ganze ziemlich 9 engl. Meilen betragende Bahnlänge von Stockton nach Darlington durchlief und an einigen Stellen die Fahrgeschwindigkeit sogar zwölf Meilen pro Stunde erreichte.

Diese Bahn war zugleich die erste, welche man andauernd mit zum Personentransport benutzte und deren commercielle Erfolge einen bedeutsamen Wendepunkt in der Benutzung der Locomotiven als Zugkraft für Eisenbahnfuhrwerke einleiteten.

Bemerkt zu werden verdient hier noch, dass im Jahre 1825 George Stephenson bereits 39 feststehende Dampfmaschinen und 16 Locomotiven in seinen beiden Maschinenfabriken (Killingworth und Newcastle upon Tyne) mit Erfolg gebaut und einige dieser Maschinen auch nach Frankreich geliefert hatte. Am Ende des Jahres 1827 übernahm George Stephenson's einziger Sohn Robert (der nach fast dreijähriger Abwesenheit aus Amerika zurückgekehrt war) die Leitung der Newcastler Maschinenfabrik, in welchem Jahre auch der Ingenieur Hackworth, Maschinenmeister der Stockton-Darlington-Bahn, die vorher (in der zweiten Note S. 258) erwähnte Wilson'sche Locomotive zum Umbauen erhalten und nach mehrfacher Veränderung unter dem Namen „Royal George“ wieder der Bahn zum Betriebe übergeben hatte. Diese Maschine hatte sechs gekuppelte Triebräder, zwei vertical stehende Cylinder mit nach unten wirkenden Kolbenstangen, deren Lenkstangen direct (ohne Balanciers) und gemeinschaftlich auf die Krummzapfen der Vorderräder, also auf eine und dieselbe Triebachse, wirkten. Von verschiedenen englischen [1]) und französischen [2]) Schriftstellern wurde Hackworth's „George“ von jeher als diejenige Maschine ihrer Art bezeichnet, welche zuerst mit einem Blasrohre ausgestattet gewesen sei, während andere glaubwürdigere Nachrichten dahin gehen, dass Hackworth höchstens der Erste gewesen wäre, welcher die Vortheile eines conisch-convergenten Ansatzrohres an der cylindrischen

blies. Colburn, in seinem „Locomotive Engineering“, p. 21, spricht von vier Stephenson'schen Maschinen (Smiles a. a. O. p. 165 nur von dreien) und bemerkt dabei, dass die Firma Wilson in Newcastle ebenfalls eine Locomotive für die Stockton-Darlington-Bahn geliefert habe, welche mit vier Cylindern ausgestattet gewesen sein soll.

1) Clark, Railway Machinery, p. 3.

2) Lechatelier, Guide du Mécanicien-Constructeur etc.: Machines Locomotives, Edit. 1859, p. 10.

Mündung erkannte und davon (1827) bei seiner Locomotive „Royal George" Gebrauch machte [1]).

1) Das Blasrohr ist eine in der Schornsteinmitte vertical aufwärtssteigende Fortsetzung des Dampfaustrittrohrs mit cylindrisch oder conisch convergent gestalteter Ausflussöffnung, um eine möglichst grosse Dampfmenge mit bedeutender Geschwindigkeit durch einen niedrigen Schornstein zu treiben und dadurch eine Zugwirkung zu erzeugen, welche ausserdem nur durch hohe Schornsteine oder durch sogenannte Gebläse herbeizuführen sein würde. Indem nämlich der Dampf mit erhöhter Vehemenz durch die Blasrohrmündung in den Schornstein strömt, reisst er die im Rauchkasten (Bd. 2, S. 480) befindliche atmosphärische Luft mit sich fort und zwar derartig, dass in letzterem Raume, sowie in den Heizröhren und endlich in der Feuerkiste eine Luftverdünnung entsteht, welche zur Folge hat, dass die äussere Luft vom Druck der Atmosphäre durch die Rostzwischenräume und die Brennstoffschicht in die Feuerbüchse getrieben wird.

Diese Lufterzeugung mittelst ausströmender Dampfstrahlen ist sehr alt. Schon Vitruv scheint mehr als eine blosse Idee davon gehabt zu haben (deutsche Bearbeitung von Rode, Buch 1, Capitel 7, S. 43 u. 44) und Philibert de Lorme (im sechszehnten Jahrhundert) sprach den Vorgang bereits bestimmter aus (Lechatelier in der Vorrede des Guide du Mécanicien-Constructeur, Ausgabe von 1859, p. 11). In dieselbe Kategorie von Erscheinungen gehört ferner das sogenannte Wassertrommelgebläse (man sehe des Verfassers Hydromechanik S. 154), zu dessen Erklärung bereits 1791 die Toulouser Akademie aufforderte und Venturi 1797 durch Versuche zeigte, dass solche Saugwirkungen unter mancherlei Umständen, namentlich dann entstehen, wenn Wasser aus einem Gefässe in einer cylindrischen oder conischen Ansatzröhre weiterfliesst, und dabei bemerkte, dass dieses Phänomen zum Erheben von Flüssigkeiten benutzt werden könne (Gilbert, Annalen der Physik Bd. 3, S. 173 u. s. w. und die Hydromechanik des Verfassers S. 242). Ueber Trevithick's erfolgloses Bemühen, den aus seiner Locomotive blasenden Dampfstrahl zur Luftzugerzeugung im Schornsteine derselben wirksam zu machen, wurde bereits oben berichtet, wozu hier die Bemerkung gefügt werden mag, dass nachher (1806) der Engländer Nicholson ein Patent auf verschiedene specielle Vorrichtungen nahm, um durch Dampfstrahlen Feuer anzublasen und Luft für Gebläse anzusaugen (Specification Nr. 2990 vom 22. November 1806). Mit rechtem Bewusstsein und praktischer Sicherheit brachte erst 1815 George Stephenson das Dampfstrahl-Blasrohr bei seinen ersten Killingworth-Locomotiven in Anwendung und lies solches nachher bei keiner seiner übrigen Locomotiven fehlen. Später haben die Engländer Hedley, Gurney, der Franzose Pelletan und namentlich der vorher genannte Hackworth die Priorität Stephenson's für sich in Anspruch genommen. Von Hackworth wird überdies behauptet, er habe auch zuerst auf die Nothwendigkeit hingewiesen, dass das obere Ende des Blasrohres mit einem conisch convergenten Ansatze ausgestattet sein müsse, wenn die Wirkung die rechte sein solle (man sehe hierüber Colburn's „Locomotive Engineering" p. 21, wobei sich auch Abbildungen befinden). Abgesehen aber davon, dass derartige Ausflussansätze als Mundstücke der Feuerspritzen längst bekannt waren, indem man wusste, dass sie die Vortheile grosser Ausflussgeschwindigkeit mit bedeutender Ausflussmenge mit einander vereinigen, nimmt diese Verbesserung George

Ungeachtet aller dieser Verbesserungen hatte bis zum Jahre 1828 ausser Stephenson wahrscheinlich Niemand daran gedacht, dass Locomotiven für grosse Fahrgeschwindigkeiten brauchbar sein würden, man hielt sie nur gut für verhältnissmässig grosse Lasttransporte und für geringe Geschwindigkeiten.

George Stephenson's Genie und seiner unvergleichlichen Ausdauer gelang es jedoch, auch diese Aufgabe zu lösen, wozu ganz besonders die 1826 in Angriff genommene (circa 30 engl. Meilen lange) Liverpool-Manchester-Eisenbahn Veranlassung gab, an deren Zustandekommen bekanntlich Stephenson's stählerne Zähigkeit und Energie einen so entschiedenen Antheil hatte [1]).

Mit Anfang des Jahres 1829 naheten die Arbeiten zur Herstellung der Bahn ihrem Ende (das Chat-Moss war fest und sicher, der Tunnel unter einem Theile der Stadt Liverpool ausgemauert u. s. w.) und noch war man unentschieden, ob man den Transport mittelst Pferde, feststehender Dampfmaschinen oder durch Locomotiven beschaffen sollte. Für letzteres Triebmittel sprach George Stephenson fast allein [2]), während Andere

Stephenson keineswegs das Verdienst der ersten erfolgreichen Anwendung des Blasrohrs bei Locomotiven. Der Verfasser glaubt schliesslich seine eigene Ansicht über die ganze Frage durch nichts Besseres begründen zu können, als wenn er die Worte George Stephenson's (in dessen Narrative, vom Monat Januar 1858 u. s. w.) über Hackworth's Ansprüche anführt (Smiles' „Lives etc.“, p. 504), welche also lauten: „Let us suppose that Hackworth really did first contract the blast-pipe, does that all affect the claim of George Stephenson to have been the first discoverer of the fact that throwing the eduction steam in the form of a vertical jet into the chimney, greatly increased the power of the locomotive engine? As well might it be contended that James Watt had no merit for his invention of the steam-engine, because its effectual performance has been so greatly improved since his death.“ Hiermit stimmen auch die Urtheile William Fairbairn's überein, welche dieser erfahrene Mann in seiner „Useful Information for Engineers“, Second Series (p. 241), ausspricht.

1) Das Gesuch an das englische Parlament zum Bau dieser Bahn, welche die bedeutendsten Handels- und Industrieplätze Englands mit einander verbinden sollte, wurde (1825) das erste Mal abgeschlagen, gelangte aber bereits im folgenden Jahre wieder vor das Parlament und ging nun die betreffende Bill im März 1826 sowohl im Oberhause wie im Unterhause zu Gunsten der Sache mit den erforderlichen Majoritäten hindurch. George Stephenson's Bemühungen und Kämpfe, um an dies Ziel zu gelangen, sind vortrefflich von Smiles geschildert a. a. O. Chapiter 11. Auszugsweise in dem Bändchen von Carl Lorck's Eisenbahnbüchern, welches das „Leben George Stephenson's“ behandelt, Leipzig 1858.

2) Ausnahme davon machten indirect die beiden Ingenieure Vignoles und Ericson, jedoch trauten diese der Locomotive nicht die erforderliche Ad-

Wasserkräften, Atmosphärendruck, und die ausgezeichneten (zur Entscheidung zugezogenen) damaligen englischen Fachingenieure Rastrich und Walker den feststehenden Dampfmaschinen den Vorzug gaben[1]).

Nach neuen Kämpfen und nach Construction einer Versuchslocomotive, die beim Fortbau der Bahn und beim Materialtransporte grosse Dienste leistete, siegten endlich Stephenson's Vorstellungen, mindestens in soweit, dass die Entscheidung der Frage von dem Erringen eines Preises von 500 Pfd. St. für die beste Maschine abhängig gemacht werden sollte, welche, bei einem Gewichte von nicht über 6 Tons, einen Zug von mindestens 20 Tons mit 10 Meilen Geschwindigkeit per Stunde fortzuschaffen im Stande wäre[2]).

Am Tage der Concurrenzfahrten, den 6. October 1829, waren an der Versuchsstelle (Station Rainhill, 9 Meilen von Liverpool) vier verschiedene Locomotiven auf dem Platze, nämlich die „Novelty" (die Neuigkeit) von Braithwaite und Ericson, die „Sanspareil" (die Unvergleichliche) von Hackworth, die „Perseverance" (die Beharrlichkeit) von Burstall und die „Rocket" (die Rackete) von Stephenson. Die „Novelty" hatte keinen besonderen Munitionswagen für Kohlen und Wasser, d. i. keinen Tender hinter sich, war also eine sogenannte Tendermaschine und besass die ferneren Eigenthümlichkeiten, dass die zum Verbrennen erforderliche atmosphärische Luft mittelst eines Gebläses durch den Rost getrieben wurde, und der Kessel mit einem derartig gewundenen Feuerrohre ausgestattet war, dass die durchströmenden Verbrennungsproducte zum dreimaligen Hin- und Hergange gezwungen wurden, bevor sie in den Schornstein treten konnten.

Die Dampfcylinder standen vertical über den Vorderrädern[3]).

häsionskraft zu und schlugen deshalb vor, zwischen den gewöhnlichen Bahnschienen eine dritte Schiene (a central friction rail) festzulegen, gegen welche in horizontaler Richtung zwei Rollen gepresst werden sollten, die man mit der Locomotive in entsprechende Verbindung gesetzt hatte (Smiles a. a. O. p. 256). — In Frankreich soll Séguin schon früher für die Lyon-St.-Etienne-Eisenbahn denselben Vorschlag gemacht haben (Perdonnet, Traité élementaire, Tome 3, p. 609).

1) Nach ihrer Berechnung sollte (Smiles, p. 258) die ganze Bahnlänge in 19 Stationen, jede von ungefähr $1\frac{1}{2}$ engl. Meilen Länge getheilt und die Züge durch 21 feststehende Dampfmaschinen mittelst Seile fortbewegt werden.

2) Noch andere Bedingungen waren folgende: Die Maschine musste ihren eigenen Rauch verbrennen, der Kessel musste zwei Sicherheitsventile haben, der Dampfdruck durfte 50 Pfd. per Quadratzoll nicht übersteigen, Maschine und Kessel sollten auf Federn ruhen, das Gestell sechs Räder erhalten und der ganze Bau die Höhe von 15 Fuss nicht überschreiten. Die Anschaffungskosten der Maschine durften nicht über 550 Pfd. St. betragen.

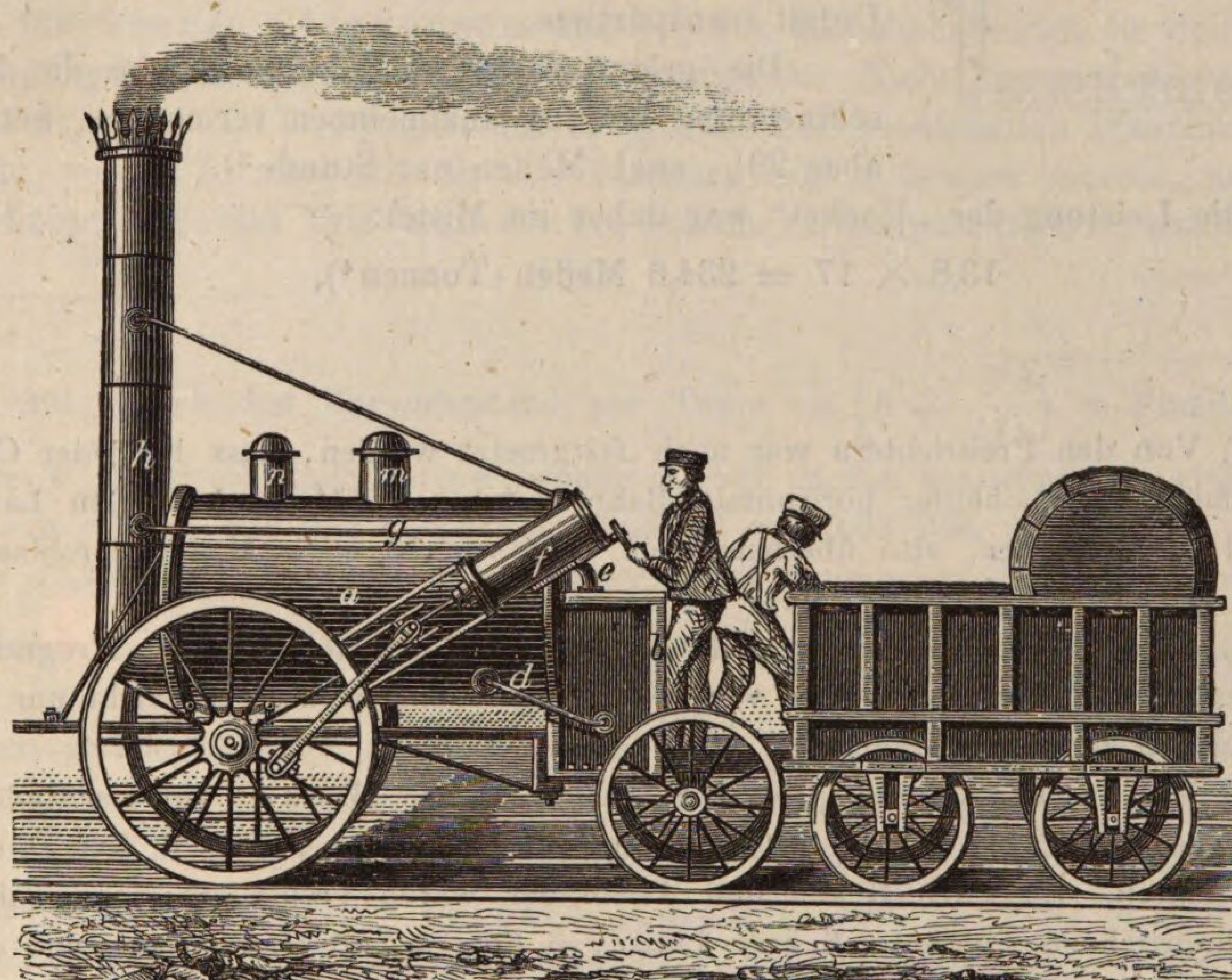
3) Ausführlich und mit Abbildungen begleitet handelt über die Rainhiller Concurrenzfahrten Wood in seinem Practical Treatise on Rail-Roads, Third Edit. p. 307 u. s. w. (in der Köhler'schen deutschen Bearbeitung S. 213). Auszugs-

Hackworth's „Sanspareil" hatte das bereits erwähnte Blasrohr als Eigenthümlichkeit und einen Kessel aufzuweisen, der eine einzige hufeisenartig zusammengebogene Röhre bildete, so dass die Verbrennungsproducte vom Roste aus nach hinten und dann wieder vorwärts gingen, Schornstein und Feuerheerd also beide am Vorderende der Maschine lagen. Die beiden ebenfalls vertical gestellten Dampfcylinder waren über den Hinterrädern angebracht.

Burstall's Maschine entsprach sowohl mehreren Bedingungen des Programms nicht, als sie auch beim Transporte zur Versuchsstelle derartig schadhaft geworden war, dass sie gar nicht zur Concurrenz zugelassen und vom Verfertiger zurückgenommen wurde.

Stephenson's „Rocket" hatte die aus Fig. 198 erkennbare Anord-

Fig. 198.



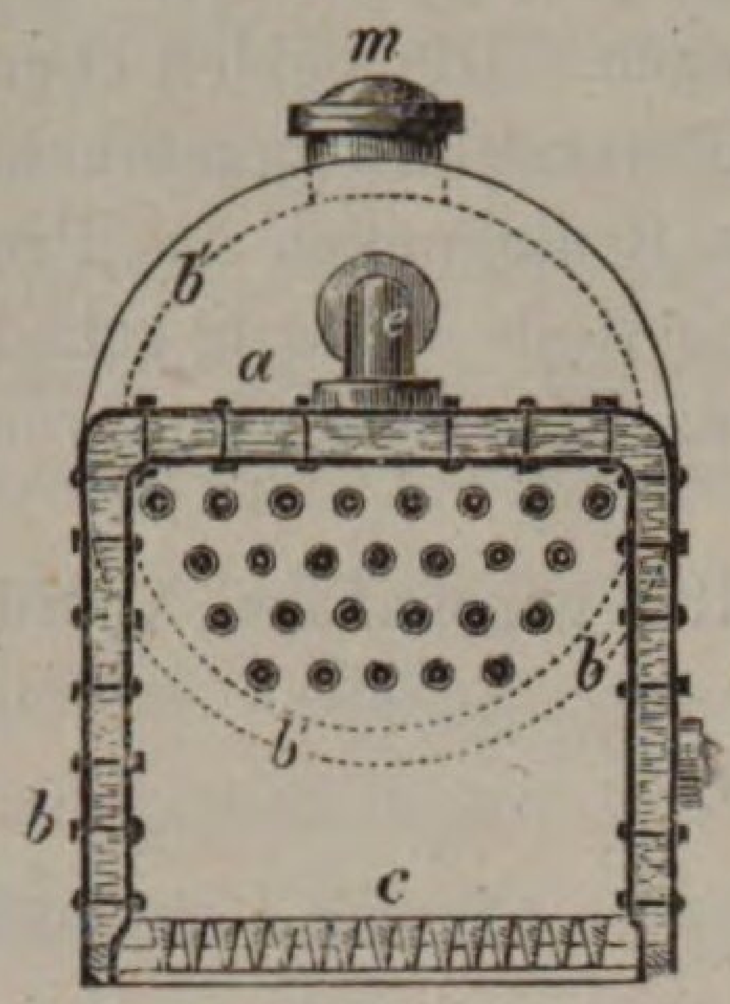
nung, war mit zwei Blasrohren (statt eines einzigen bei Hackworth's Maschine), ganz besonders aber mit einem Röhrenkessel versehen, welcher in Fig. 199 (in grösserem Maassstabe) besonders gezeichnet ist und in seinem Längendurchschnitte (der Hauptsache nach) dem Locomobilenkessel glich, welcher Bd. 2, S. 481 u. 482 abgebildet und beschrieben wurde[1]).

weise und ebenfalls mit Abbildungen begleitet, findet sich derselbe Gegenstand auch in den bereits oben (S. 247) citirten Werken von Heusinger-Claus, Clark und Colburn.

1) In unseren Abbildungen ist der cylindrische Dampfkessel mit *a*, die zugehörige Feuerkiste mit *b*, der Feuerrost mit *c* bezeichnet. *d* ist das Speisewasserrohr, *e* ein Communicationsrohr zwischen dem Dampfe, welcher sich in der Feuerbox bildete und dem, welcher sich im Kessel *a* über den noch mit Wasser bedeckten Heizröhren ansammelte. *f* ist einer der beiden Dampfcylinder, *g* das zum Blasrohre im Schornstein *h* führende Rohr für den austretenden Dampf u. s. w.

Bei den Concurrenzfahrten platzten der Maschine „Novelty“ erst Speisewasserrohr, dann Kesselsiederöhren, und wurde auch Hackworth's „Perseverance“ derartig schadhaft, dass beide die vorgeschriebenen Fahrten nicht vollenden konnten[1]), sondern vor der Entscheidung von der Bahn entfernt werden mussten. Stephenson's „Rocket“ allein war im Stande, nicht nur dem Concurrenzprogramm entsprechen zu können, sondern die Forderungen desselben noch bei Weitem zu übertreffen, indem diese Locomotive bei $4\frac{1}{4}$ Tons Selbstgewicht[2]) einen Zug von $12\frac{3}{4}$ Tons mit einer mittleren Geschwindigkeit von 13,8 engl. Meilen per Stunde ohne irgend welchen Unfall transportirte.

Fig. 199.



Die grösste Geschwindigkeit, welche die Maschine ohne Ladung anzunehmen vermochte, betrug aber $29\frac{1}{2}$ engl. Meilen per Stunde[3]).

Die Leistung der „Rocket“ war daher im Mittel:

$$13,8 \times 17 = 234,6 \text{ Meilen-Tonnen}^{4}),$$

1) Von den Preisrichtern war noch festgesetzt worden, dass bei jeder Concurrenzfahrt die Rainhiller horizontale Bahnstrecke von $1\frac{3}{4}$ engl. Meilen Länge 20 Mal hin und her, also überhaupt ein Weg von 70 engl. Meilen durchlaufen werden müsste.

2) Hinsichtlich des Selbstgewichtes und der Räderzahl war im Programm noch festgesetzt, dass Maschinen von $4\frac{1}{2}$ Tonnen und weniger Gewicht nur auf vier Rädern zu laufen brauchten.

3) Wie aus der Abbildung Fig. 198 erhellt, lief die „Rocket“ auf vier Rädern, wovon die Triebräder 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll und die Laufräder 2 Fuss 6 Zoll Durchmesser hatten. Zwischen Kessel und Triebräder waren Tragfedern eingeschaltet. Der cylindrische Kessel hatte 6 Fuss Länge, 3 Fuss 4 Zoll Durchmesser und enthielt 25 Feuerröhren, jede von 3 Zoll äusserem Durchmesser. Die Weite des Schornsteines betrug 12 Zoll. Die Feuerbox hatte 20 und die Röhren $117\frac{3}{4}$ Quadratfuss Heizfläche, so dass die Totalheizfläche $137\frac{3}{4}$ Quadratfuss betrug. Der Rost war 3 Fuss breit und 2 Fuss lang. Jeder der beiden Dampfcylinder hatte 8 Zoll Durchmesser und $16\frac{1}{2}$ Zoll Hub. Die geleistete Arbeit der „Rocket“ soll nicht mehr als 12 (?) Indicator-Pferdekräfte betragen haben. Bei den Concurrenzfahrten (also auf 70 Meilen Weg) hatte die „Rocket“ 1085 Pfd. Cokes (oder per Meile und per Tonne Zuglast 0,91 Pfd.) verbraucht, während die damit verdampfte Wassermenge 579 Gallonen oder 92,6 Cubikfuss, also $92,6 \times 62,5 = 5787,5$ Pfd. betrug. Mit der Gewichtseinheit Cokes hatte man daher das $5\frac{1}{3}$fache Gewicht Wasser verdampft, was, nach Bd. 1, S. 456 (Note), eben kein günstiges Resultat war.

4) Die Leistung der „Rocket“ von 234,6 Meilen-Tonnen ist offenbar weit unter dem, was man hätte erwarten können. In der That erhellt auch aus späteren Angaben (Clark, a. a. O. S. 7), dass nach einer (wahrscheinlich Rost und Blasrohr betreffenden) Abänderung diese Maschine 47,45 Tons (einschliesslich Maschine und Tender) mit 13,3 Meilen Geschwindigkeit per Stunde gezogen hat. Nimmt man

ein Resultat, welches an sich, besonders aber im Vergleich mit den späteren Leistungen der Locomotiven von Interesse ist.

Der Concurrenzpreis von 500 Pfd. St. wurde von den Eisenbahn-Directoren zwischen George Stephenson und Henry Booth, dem Secretair der Liverpool-Manchester-Bahn, getheilt, da (abgesehen vom Blasrohr, was die „Rocket" mit Hackworth's Locomotive gemeinsam hatte) der Erfolg vorzugsweise dem Röhrenkessel der „Rocket" zugeschrieben wurde und dieser nach Booth's Idee von Stephenson ausgeführt worden war[1]), obwohl bei der Ausführung desselben in der von Robert Stephenson geleiteten Newcastler Maschinenfabrik noch enorme praktische Schwierigkeiten überwunden werden mussten[2]). Das Resultat der Rainhiller Concurrenzfahrten oder, wie die Engländer zu sagen pflegen: „the battle of the Locomotive", war für George Stephenson und für den Eisenbahnbetrieb in vielfachen Beziehungen von ausserordentlicher Wichtigkeit. Nicht nur war der Beweis geliefert, dass die Locomotive für so grosse Geschwindigkeiten brauchbar gemacht werden konnte, wie sie der Personenverkehr fordern musste, und sie überhaupt die beste Triebkraft für den Eisenbahntransport lieferte, sondern es

nun mit Clark den Zugwiderstand per Tonne $= \left(8 + \frac{V^2}{171}\right)$ in Pfunden an, wenn V die Geschwindigkeit per Stunde in engl. Meilen bezeichnet, so giebt dies für den citirten Fall per Tonne eine Zugkraft von 9,03 Pfd. und für den ganzen Zug: $47{,}45 \,.\, 9{,}03 = 428{,}5$ Pfd. Da ferner die Zuggeschwindigkeit per Secunde, in Fussen ausgedrückt $\frac{5280 \,.\, 13{,}3}{3600} = 20{,}24$ betrug, so hatte die Maschine (auf ebener, gerader Strecke) eine Arbeit von $\frac{428{,}5 \,.\, 20{,}24}{550} = 15{,}76$ Pferdekräften entwickelt.

1) Ueber die Priorität der Röhrenkesselerfindung ist viel gestritten worden. Thatsache ist es, dass (nach Colburn, p. 22) schon 1803 Stevens in New-York ein amerikanisches Patent auf einen Wasserröhrenkessel erhielt, während sich 1826 der englische Ingenieur Neville einen Kessel mit senkrecht stehenden Röhren patentiren liess (Patent Specification Nr. 5344, vom 14. März 1826), welche nicht das Wasser, sondern die heisse Luft (die Verbrennungsproducte) durchströmte, während die Röhren selbst überall vom Wasser umgeben waren. Im Februar 1828 erhielt Marc Séguin (aîné), der Erbauer der Eisenbahn zwischen St. Etienne und Lyon, ein französisches Brevet auf einen ähnlichen, verbesserten Kessel mit horizontalliegenden Röhren, der sich u. A. in Heusinger-Claus' Werke die Locomotiv-Maschine auf Tafel *A* und ferner bei Colburn p. 23 abgebildet findet. Von der Ausführung eines solchen Kessels und besonders von einer mit vollständigem Erfolge, ist vor Stephenson's „Rocket" nirgends eine Spur zu finden. Daher auch unparteiische französische Schriftsteller, u. A. Perdonnet (Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 65), hinsichtlich der Prioritätsfrage sowohl Booth als Stephenson alle Gerechtigkeit widerfahren lassen, und Perdonnet (a. a. O.) sein Raisonnement mit dem Bemerken schliesst: „Il est fort possible que deux hommes de génie aient eu la même pensée à la même heure."

2) Man sehe deshalb Smiles' „Lives etc.", p. 264.

war auch über die Hauptpunkte des Constructionsprincipes vollständige Entscheidung gewonnen.

Benutzte man daher auch nach den Concurrenzfahrten die beiden reparirten und verbesserten Maschinen Hackworth's und Braithwaite's auf derselben Bahn, so machte man jedoch nur bei Stephenson neue Bestellungen, so dass am feierlichen Eröffnungstage der Liverpool-Manchester-Eisenbahn (den 15. September 1830) überhaupt nur acht Stephenson'sche Locomotiven zur Fahrt bereit gehalten wurden.

Die nach der „Rocket" erbauten Maschinen waren zwar, bis auf die wenig schräg liegenden Dampfcylinder und eine besonders zugefügte Rauchkiste, nach demselben Principe construirt, hatten jedoch grössere Dimensionen, z. B. Kolbendurchmesser von 10 bis 11 Zoll, 16 Zoll Hub, im dreifüssigen Cylinderkessel 90 bis 92 Röhren von 2 Zoll Durchmesser und 6 bis $6^1/_2$ Fuss Länge, vier Räder von je 5 Fuss Durchmesser u. s. w.[1]).

Während Stephenson's Erfolge auf der Liverpool-Manchester-Bahn war auch Hackworth bemüht gewesen, für die Stockton-Darlington-Linie (im März 1830) eine verbesserte, insbesondere zum Personentransport geeignete Locomotive zu construiren.

Die erste derartige und gelungene Maschine war der „Globe", welche als hervorragende Eigenthümlichkeiten horizontale, zwischen den Gestellrahmen liegende Dampfcylinder (inside cylinder) besass und mit einer Triebachse versehen war, deren Kröpfe oder Buge (Krummzapfen) man unter 90 Grad gegen einander verdreht hatte.

In demselben Jahre (1830) brachte auch Bury in Liverpool seine erste (nach Kennedy's Entwurfe ausgeführte) Locomotive auf die Liverpool-Manchester-Bahn, die ebenfalls mit horizontalliegenden Dampfcylindern unter dem Rauchkasten ausgestattet war und auf vier ungekuppelten Rädern lief, als besondere Eigenthümlichkeiten aber einen cylindrischen Feuerkasten, inwendigen und schmiedeisernen Rahmen (inside frame) und ein Paar Triebräder von 6 Fuss Durchmesser hatte.

So beachtenswerth diese letzteren Organe auch genannt werden mussten, Bury's Maschine entbehrte der zwei Hauptlebenselemente der Stephenson'schen Locomotive, des Röhrenkessels und des Blasrohres[2]).

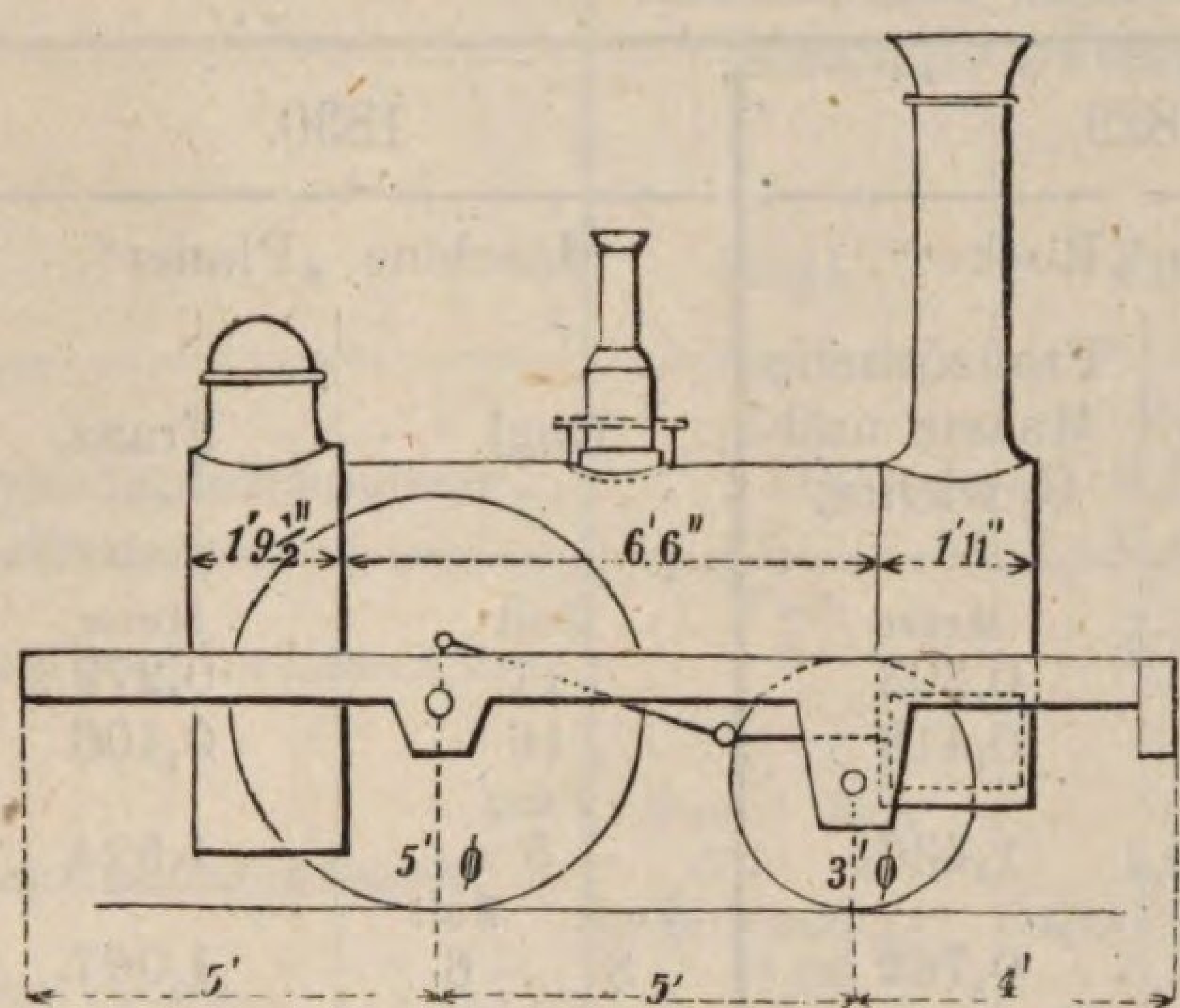
Mit diesen wichtigen Theilen und ebenfalls mit inwendig- und horizon-

1) Ein ausführliches Verzeichniss der Dimensionen dieser ersten Stephenson'schen und einiger anderer Locomotiven findet sich in einer Note S. 268 ff.

2) Zum Ersatze des Blasrohres hatte man ein Gebläse angeordnet. Ueber die Frage, ob die Bury'sche Maschine „Liverpool" oder der Stephenson'sche „Planet" als die ersten Locomotiven der Liverpool-Manchester Bahn, welche horizontalliegende Inside-Cylinder hatten, zu bezeichnen sei, erhob sich noch am 11. November 1856 in der Sitzung der Instit. of Civil-Engineers in London (welcher Robert Stephenson präsidirte) zwischen Kennedy, Wood und Clark eine merkwürdige Debatte, die richtig dahin entschieden wurde, dass der Unterschied beider genannter Maschinen, ungeachtet der übereinstimmenden Cylinder und Radstellungen, gross genug sei, um allein ihre Erfolge beachten und von für die Zukunft der Locomotiven ganz unwesentlichen Dingen absehen zu können. Weiteres hierüber in Bd. 16,

talliegenden Dampfcylindern ausgestattet, überdies aber noch mit aussenliegenden Rahmen (outside frame) versehen und mit jener sich bis ins kleinste Detail erstreckenden Construction und Ausführung (sound workmanship) der Stephenson'schen Maschinenfabrik (damals schon vom Sohne Robert Stephenson geleitet) gelangte ebenfalls 1830 die Locomotive „Planet" auf die Liverpool-Manchester-Bahn, welche nachher lange Zeit hindurch als Prototyp der englischen Locomotiven betrachtet wurde.

Fig. 200.



Eine Skizze dieser Maschine mit den wesentlichsten eingeschriebenen Maassen stellt Fig. 200 dar, während in Bezug ausführlicher Zeichnungen auf das unten angegebene Werk von Le Blanc und Pouillet[1]) verwiesen werden muss.

Wie anspruchslos Stephenson ungeachtet der Erfolge aller seiner Arbeiten und Unternehmungen stets war und blieb, erhellt recht deutlich daraus, dass er auf die Frage, wer der eigentliche Erfinder der modernen Eisenbahnlocomotive sei, die Antwort zu ertheilen pflegte: „The Locomotive is not the invention of one man, but a nation of mechanical engineers."

§. 21.

Robert Stephenson's „Planet" galt für einige Zeit, hinsichtlich Disposition und Details, als Musterbild des Locomotivbaues und wurde so lange mit fast zu grosser Aengstlichkeit copirt, bis die vorher nicht geahnte Grossartigkeit des Personen- und Güterverkehrs auf der Liverpool-Manchester-Bahn steigende Ansprüche an die Leistungsfähigkeit der Maschine hervorrief, denen man zunächst durch Verlängerung der Kessel auf 7 bis 8 Fuss und durch ein bis auf 11 und mehr Tons erhöhtes Gesammtgewicht zu entsprechen suchte[2]).

p. 22 der Minutes of Proceedings genannter Gesellschaft. Abbildungen der nachher abgeänderten Bury'schen Maschinen finden sich am besten in Flachat und Petiet's „Guide du Mécanicien-Conducteur", Auflage von 1840.

1) Pouillet et Le Blanc, Portefeuille Industriel etc., Vol. 1, Paris 1834, p. 53 etc., Pl. 9 bis 12.

2) Einige wesentliche Dimensions- und Leistungsverhältnisse der ersten Robert Stephenson'schen Eisenbahnlocomotiven in der Zeit von 1829 bis 1832 sind folgende:

Mit dieser Gewichtsvergrösserung stellte sich auch das Bedürfniss schwerer Bahnschienen heraus, so dass man nach nicht langer Zeit das ursprüngliche Gewicht von 35 Pfd. per Yard

	1829. Maschine „Rocket".		1830. Maschine „Planet".	
	Englische Maasse und Gewichte.	Französische Maasse und Gewichte.	Engl.	Franz.
Cylinderdurchmesser . .	Zoll 8	Meter 0,203	Zoll 11	Meter 0,279
Kolbenschub	$16\frac{1}{2}$	0,418	16	0,406
Treibraddurchmesser . .	Fuss Zoll 4 $8\frac{1}{2}$	1,436	Fuss 5	1,524
Laufraddurchmesser . .	2 6	0,762	Fuss Zoll 3 6	1,067
Rostfläche	Quadratfuss 6	Quadratmeter 0,557	Quadratfuss 6,5	Quadratmeter 1,603
Feuerboxfläche	20	1,858	35,16	3,266
Kessellänge	Fuss 6	Meter 1,829	Fuss Zoll 6 6	Meter 1,98
Röhrenzahl u. Durchmesser	25 von 3''	25	94	94
Röhrenheizfläche	Quadratfuss $117\frac{3}{4}$	Quadratmeter 10,939	Quadratfuss 279,36	Quadratmeter 25,95
Totalheizfläche	$137\frac{3}{4}$	12,797	314,52	29,22
Gewicht des Zuges ohne M. u. T.	Tons 9,550	Tonneaux 9,703	Tons 76	Tonneaux 77,216
Locomotivgewicht	4,250	4,318	9	9,144
Tendergewicht	3,20	3,251	4	4,064
Totalzuggewicht	17 (Concurrenzfahrt).	17,272	89	90,424
Zuggeschwindigkeit . . .	13,8 engl. M. per Stunde.	22,21 Kilom. per Stunde oder 6^m,16 per Secunde.	15,5 engl. M. per Stunde.	24,94 Kilom. per Stunde oder 6^m,93 per Secunde.
Wasserverbrauch per Stunde	Cubikfuss 18,24	Cubikmeter 0,5162	?	?
Cokesverbrauch per Stunde	Pfund 214	Kil. 97	?	?
Quotient aus Wasser durch Cokesgewicht	5,32	$\frac{5162}{970} = 5{,}32$	?	?
Leistung	234,6 Meilen-Tonnen.	383,44 Kil.-Tonnen.	1379,5 Meilen-Tonnen.	2251,2 Kilometer-Tonnen.
Cokesverbrauch	0,910 Pfd. per Tonne u. Meile.	0,250 Kil. per Tonne u. Kilometer.	?	?
Räderzahl	4	4	4	4
Dampfdruck im Kessel	50 Pfd. per Quadratzoll.	3,33 Kil. per Q.-Centim.	50 Pfd. per Quadrat-Zoll.	3,33 Kil. per Q.-Centim.

der Liverpool-Manchester Bahnschienen auf 66 Pfd. erhöhte. Um auch der grösseren Fahrgeschwindigkeit und der noth-

	1831.		1832.	
	Maschine „Vesta".		Maschine „Atlas". (Sechsrädrig.)	
	Engl.	Franz.	Engl.	Franz.
Cylinderdurchmesser ..	Zoll 11⅛	Meter 0,282	Zoll 12	Meter 0,304
Kolbenschub.........	16	0,406	16	0,406
Treibraddurchmesser..	Fuss 5	1,524	Fuss 5 (Zwei Paar gekuppelt.)	1,524
Laufraddurchmesser ..	Fuss 3 Zoll 6	1,067	Fuss 3 Zoll 6	1,067
Rostfläche...........	Quadratfuss 7,06	Quadratmeter 0,656	Quadratfuss 9,20	Quadratmeter 0,855
Feuerboxfläche	46,00	4,27	57,06	5,30
Kessellänge	Fuss 7,0	Meter 2,13	Fuss 7,88	Meter 2,40
Röhrenzahl u. Durchmesser	80	80	68	68
Röhrenheizfläche	Quadratfuss 256,08	Quadratmeter 23,79	Quadratfuss 217,88	Quadratmeter 20,24
Totalheizfläche..... ..	302,08	28,06	274,94	25,54
Gewicht des Zuges ohne M. u. T......	Tons [1] 92,95	Tonneaux 94,23	Tons 190,0	Tonneaux 193,04
Locomotivgewicht	8,71	8,85	11,40	11,58
Tendergewicht.......	5,50	5,59	5,50	5,59
Totalzuggewicht	106,96	108,07	206,90	210,21
Zuggeschwindigkeit...	17,35 engl. M. per Stunde.	27,92 Kilom. per Stunde od. $7^m,75$ per Secunde.	9,72 engl. M. per Stunde.	15,64 Kilom. per Stunde oder $4^m,34$ per Secunde.
Wasserverbrauch per Stunde............	Cubikfuss 65,0	Cubikmeter 1,84	Cubikfuss 43,56	Cubikmeter 1,233
Cokesverbrauch per Stunde............	Pfund 555	Kil. 251,75	Pfund 526	Kil. 238,59
Quotient aus Wasser d. Cokes-Gewicht...	7,30	7,30	5,17	5,17
Leistung	1855,7 Meilen-Tonnen.	3033,1 Kilom.-Tonneaux.	2011,1 Meilen-Tonnen.	3287,7 Kilom.-Tonneaux.
Cokesverbrauch	0,296 Pfd. per Tonne u. Mle.	0,083 Kil. per Kil. u. Tonn.	0,256 Pfd. per Tonne u. Mle.	0,072 Kil. per Kil. u. Tonn.
Räderzahl...........	4	4	6	6
Dampfdruck im Kessel	53 Pfd. per Quadrat-Zoll.	3,70 Kil.	53 Pfd. per Quadrat-Zoll.	3,70 Kil. per Q.-Centim.

1) Später zog die „Rocket" 47,45 Tons mit 13,30 Meilen Geschwindigkeit pr. St.

Diese Zusammenstellung ist nach Pambour, Whishaw, Clark und Colburn gemacht und bei der Reduction der englischen Maasse und Gewichte auf

wendigen Stabilität und ruhiger Bewegung der Locomotive Genüge zu leisten, brachte man hinter der Feuerbox ein drittes Räderpaar an, dehnte die Radbasis auf 10 bis 11 Fuss aus und verminderte dadurch zugleich die Grösse der Gefahr im Fall eines Bruches der gekröpften Triebachse, was sich, beiläufig gesagt, auf der Liverpool-Manchester-Bahn mehre Mal ereignet hatte [1]).

Auf derartige sechsrädrige Locomotiven liess sich Robert Stephenson 1833 ein englisches Erfindungspatent ertheilen [2]), worin namentlich auf das Weglassen der Radflantschen an den Mittel- oder Triebrädern eine besondere Bedeutsamkeit gelegt wurde, weil er damit dem Einfluss der vergrösserten Radbasis, auf den besonderen Widerstand beim Befahren von Bahncurven, vortheilhaft zu begegnen hoffte.

Dispositionsskizzen einer dieser Locomotiven stellen die Figuren 201 bis 203 (beziehungsweise im Längendurchschnitte, im Grundrisse und in zwei Endansichten) dar [3]), wobei einige Hauptmaasse eingeschrieben sind, indess dennoch erwähnt werden mag, dass jeder der einliegenden Dampfcylinder *ff* 12 Zoll Durchmesser und jeder Kolben 18 Zoll Hub hatte. Der 8 Fuss lange Kessel schloss ferner 124 Messingröhren [4]) *ll* von $1^5/_8$ Zoll äusserem Durchmesser ein, die innere Feuerkiste *e* war aus Kupferplatten gebildet, der ganze Oberbau

metrische Maasse wurde angenommen: 1 Fuss engl. = 0,3048 Meter; 1 Meter = 3,280; 1 Zoll engl. = 25,4 Millimeter; 1 Quadratfuss engl. = 0,0929 Quadratmeter; 1 Cubikfuss engl. = 0,0283 Cubikmeter; 1 Pfund engl. = 0,4536 Kilogramm; 1 Tonne engl. = 1,016 Tonneaux à 1000 Kilogr.; 1 engl. Meile = 1609 Meter; 1 Cubikfuss Wasser engl. = 62,5 Pfd. englisch.

1) Als Spurweite der Liverpool-Manchester-Bahn hatte man 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll englisch angenommen (zwischen den Schienenköpfen gemessen, wie auch bereits Fig. 170 gezeichnet), d. h. die gewählt, welche vorher, seit langer Zeit, in den Grafschaften Northumberland und Durham, sowohl für gewöhnliche Strassenfuhrwerke als auch für die älteren wie jüngeren Kohleneisenbahnen zu Wylam, Killingworth, Hetton und Stockton-Darlington gebräuchlich, aber für Verkehrsbahnen offenbar zu schmal war. Da Stephenson anfänglich nur Locomotiven baute, welche mit dieser sogenannten schmalen Spurweite („narrow guage") ausgestattet waren, so waren die meisten nachfolgenden Bahnen fast gezwungen, dieselbe Spurweite einzuführen. Bei der im Jahre 1838 eröffneten Great-Western Eisenbahn führte man, als anderes Extrem, die sogenannte Breitspur („broad guage") von 7 Fuss engl. ein, die jedoch auf diese einzige Bahn beschränkt blieb, während (mit wenigen Ausnahmen) 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll die allgemeine engl. Spurweite wurde.

2) Specification Nr. 6484 vom 31. October 1833.

3) Die Skizzen sind hauptsächlich Tredgold's (1838 in London bei John Weale erschienenem) Werke „The Steam Engine", p. 407, Pl. 89 bis 92 entlehnt, woselbst sich auch alle betreffenden Details recht gut und nach Maassstab gezeichnet vorfinden.

4) Messingröhren (statt der früheren aus Kupfer) wurden zuerst 1833 vom Maschinen-Ingenieur Dixon der Liverpool-Manchester-Bahn in Anwendung gebracht (Tredgold a. a. O. p. 414).

ruhte auf 6 Federn, welche in ähnlicher Weise, wie bereits früher bei den Eisenbahnwagen erörtert wurde, zwischen den hölzernen Aussenrahmen *cc* und den Radachsen eingeschaltet waren. Wie besonders aus der Grundrissfigur 201

Fig. 201.

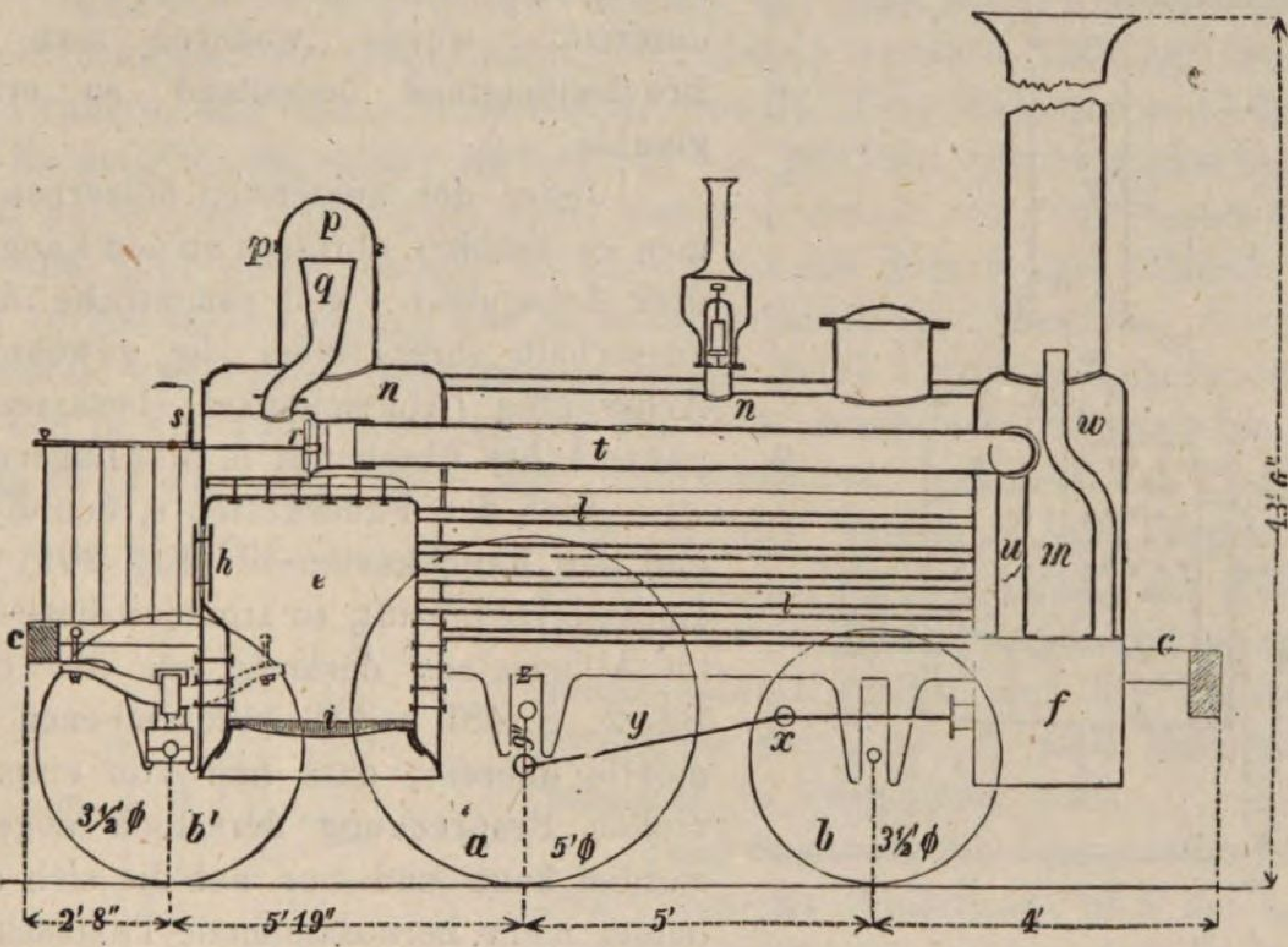
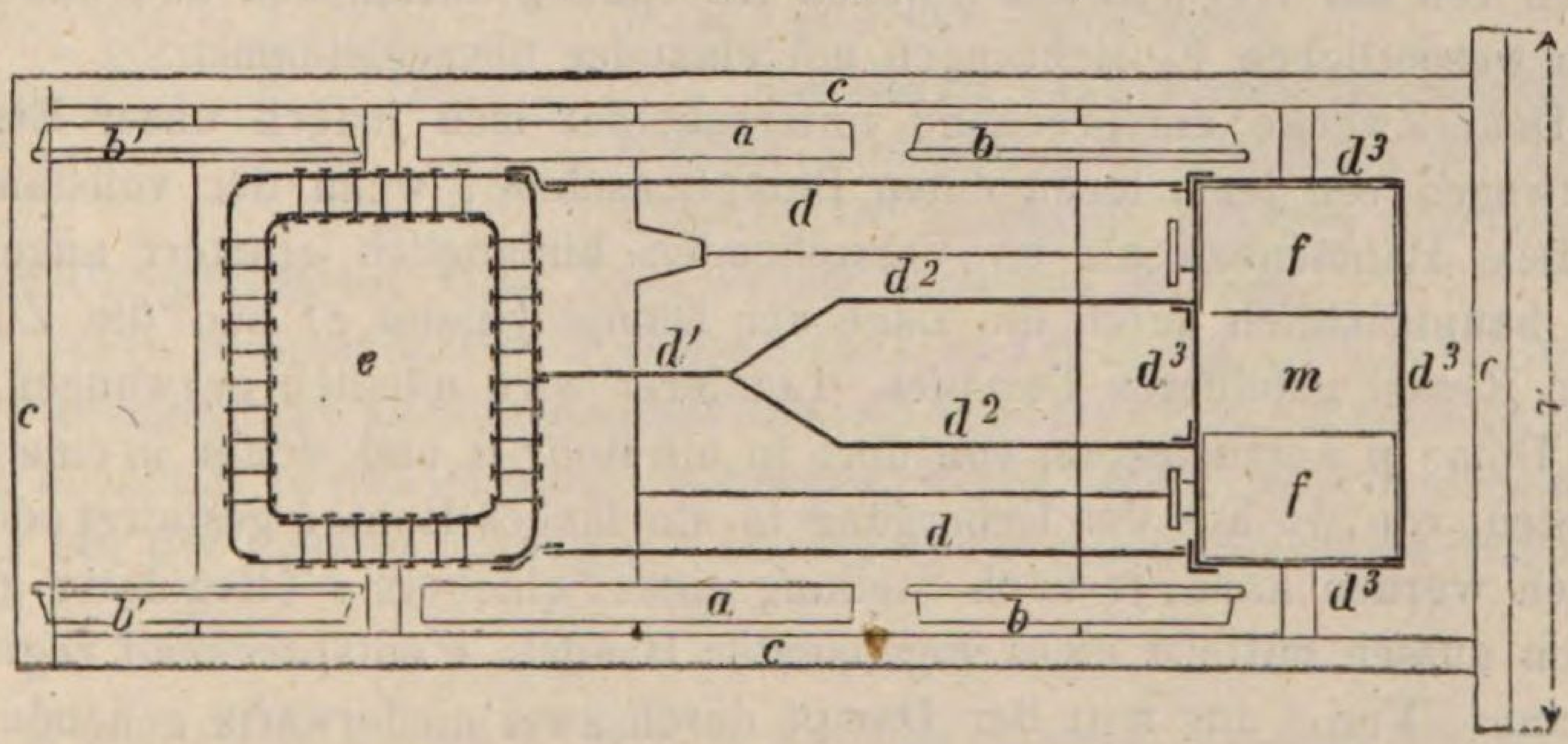


Fig. 202.

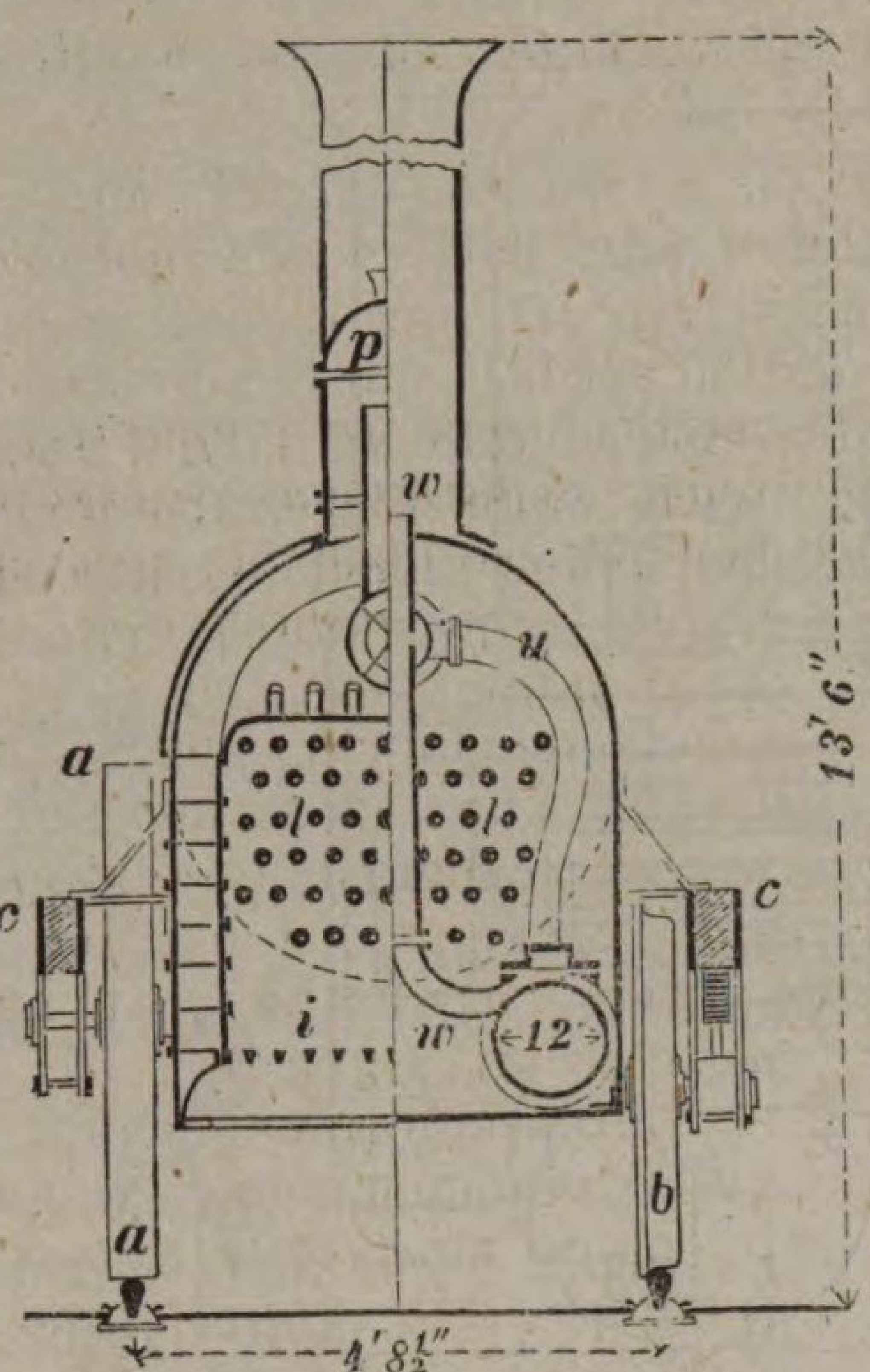


erhellt, lagen die Dampfcylinder in der Rauchkammer (smoke box) und wurden durch die Wände derselben getragen. Der innere, von starken und hohen eisernen Schienen gebildete, durch Solidität ausgezeichnete Rahmenbau bestand zuerst aus zwei Rahmen *dd* und sodann aus den gabelförmigen Theilen $d^1 d^2 d^2$, die mit den Vorderenden an die Rauchkammer d^3 fassten, während die hinteren Enden mit der äusseren Feuerbüchse verbunden waren.

In Bezug auf den Mittelrahmen $d^1 d^2 d^3$ werde dabei bemerkt, dass die Zweige $d^2 d^2$ mit zur Lagerung der Führungslinie (Bahnen) benutzt wurden, welche die Gleitstücke der Kolbenstangenkreuzköpfe erforderten. An den Stellen der drei Rahmen $d d^1 d$, woselbst die Achse der ohne Flantsch construirten) Triebräder *aa* (Fig. 203) unter ihnen weggeht, hatte man drei Lager zwischen sogenannten Achsgabeln (Achshaltern) angebracht, welche die Achse

in der Art umfassten, dass die Rahmen mit dem Kolbenbau vertical auf- und niedersteigen konnten, die Cylinder aber gegen die Kurbelachse in unabänderlicher Verbindung blieben. Wichtig ist hierbei der Umstand, dass die Triebachse zwischen den Rädern *aa* an drei Stellen unterstützt wurde, wodurch man ihren Bruchwiderstand bedeutend zu erhöhen glaubte.

Fig. 203.



Jeder der äussersten hölzernen Rahmen *cc* enthielt übrigens an den Langseiten drei Achsgabeln, weil sämmtliche Achsen ausserhalb ihrer Räder die gewöhnlichen Achszapfen (Achsschenkel) besassen (die ganze Achse überhaupt in fünf Lagern lief).

Was den Feuerkasten *e*, den Kessel *l* und den Rauchkasten *m* (Fig. 201) dieser Locomotive betrifft, so stimmen diese Theile im Allgemeinen derartig mit der bereits Bd. 2, S. 481 u. 482 beschriebenen Locomobile überein, dass hier von einer speciellen Besprechung derselben abgesehen werden kann und nur auf die sich später immer mehr herausstellende Thatsache hingewiesen werden mag, dass alle gegenwärtig im Gebrauche befindlichen Locomotiven von der Stephenson'schen Anordnung abstammen und daher in gewissen wesentlichen Einrichtungen mit einander übereinstimmen.

Dem Zwecke entsprechend unterscheidet sich jedoch unser Eisenbahndampfwagen von jener locomobilen Dampfmaschine, wenn der vollständig verschiedene Rahmenbau als im Vorstehenden hinlänglich erörtert angenommen wird, hauptsächlich durch die Lage der Dampfcylinder *ff* und die Zuführung des im Kessel gebildeten Dampfes. Letzterer wird nämlich gezwungen, erst in einem Dome *p* aufzusteigen, von dort in ein Rohr *a* und weiter in eine Kammer zu treten, von wo aus der Uebergang in ein langes Rohr *t* gestattet oder unterbrochen werden kann, je nach Stellung eines Schiebers *r* (Regulator genannt), der von aussen mittelst eines sogenannten Handels *s* entsprechend regiert werden kann. Von *t* aus tritt der Dampf durch zwei niederwärts gehende Röhren *u* (Fig. 202) beziehungsweise in die Steuerkästen des linken oder rechten Dampfcylinders, veranlasst mit Hülfe der sogenannten Steuerung die hin- und hergehende Bewegung der Kolben, und damit unter bekannter Einschaltung von Kurbel und Lenkstangen, die Umdrehung beider (hier fünffüssigen) Triebräder *aa*. Endlich ist *w* das bereits oben (S. 260) ausführlich erörterte Blasrohr, in welchem der von der Maschine abströmende Dampf in den Schornstein gelangt, und in bereits hervorgehobener Weise das zur Luftherbeiführung nothwendige Saugen bewirkt.

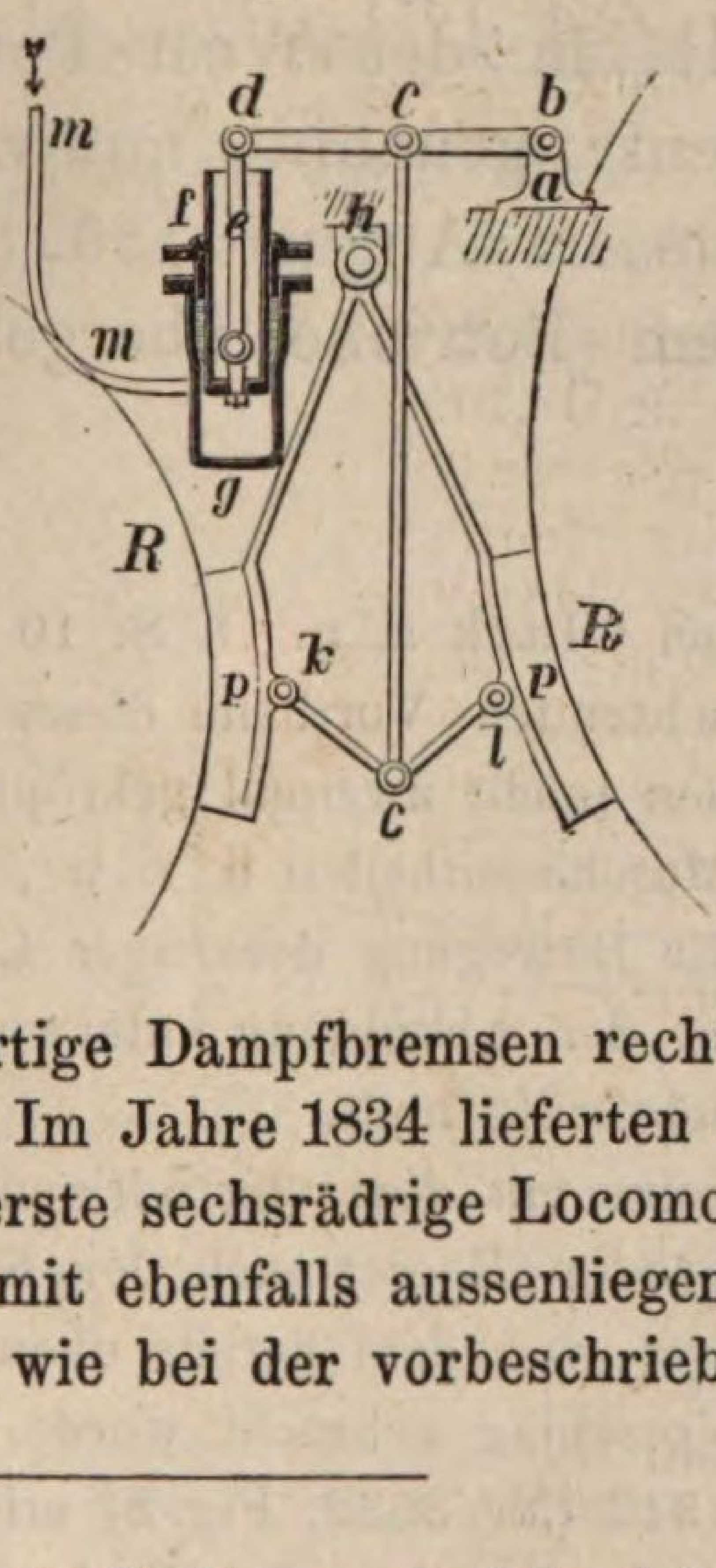
Schliesslich ist noch hervorzuheben, dass die Stephenson'schen Patentlocomotiven vom Jahre 1833 noch mit den bereits bei der Wylam-Maschine (S. 257) beschriebenen losen Excentriks zur Steuerung (für jeden Cylinder ein besonderes Excentrik) ausgestattet waren und namentlich die nachher und noch

jetzt gebräuchlichen Steuerungen mit vier festen Excentriks in Amerika schon 1833 von Norris[1]), in England jedoch erst 1837 von Hawthorn eingeführt wurden[2]).

Als Beispiel der Leistung einer solchen Stephenson'schen Locomotive führt Tredgold (a. a. O. S. 468 u. 469) an, dass sie (einschliesslich ihres eigenen Gewichtes von wahrscheinlich 11 Tons, wovon 6 Tons auf den Triebrädern ruhten, und ferner eines Tenders von $3^1/_4$ Tons im leeren und 7 Tons Gewicht im gefüllten Zustande) ein Gewicht von 220 Tons mit 14 Meilen Geschwindigkeit per Stunde transportirt habe, was eine Arbeit von 3080 Meilen-Tonnen giebt und noch etwas weniger ist als die bereits oben S. 268 (Tabelle in der Note) verzeichnete Leistung der ebenfalls sechsrädrigen Maschine „Atlas". Die per Stunde verdampfte Wassermenge wurde zu 77 Cubikfuss angegeben u. s. w.

Die in der Patentbeschreibung von 1833 ebenfalls hervorgehobene Dampfbremse zeigt Fig. 204, wobei man sofort erkennt, dass sie der Hauptsache nach mit der bereits S. 182 beschriebenen Backenbremse übereinstimmt, nur dass hier eine einfach wirkende Dampfmaschine *efgd* die Menschenhand vertritt und die Zugstange *cc* mit einem Hebel *abcd*, statt dort mit einer Schraube, in Verbindung steht.

Fig. 204.



Dass ferner *m* die Dampfzufuhrröhre ist und durch die Buchstaben *RR* die Locomotivräder angedeutet werden, *pp* die in *h* aufgehangenen Bremsbacken sind u. s. w., bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Die durch das Bremsen veranlasste nachtheilige Abnutzung am Umfange der Locomotivräder ist jedenfalls Ursache gewesen, dass derartige Dampfbremsen recht bald wieder verlassen wurden.

Im Jahre 1834 lieferten die Herren G. Forrester u. Comp. in Liverpool die erste sechsrädrige Locomotive mit horizontalliegenden Aussencylindern und mit ebenfalls aussenliegender Steuerung, deren Räder jedoch dieselbe Stellung wie bei der vorbeschriebenen Stephenson'schen Maschine hatten und

1) Colburn in Clark's „Recent Practice in the Locomotive Engine", London 1860, p. 47.

2) Tredgold in seinem vorher citirten Werke „The Steam Engine", Ausgabe von 1838, beschreibt S. 407 u. s. w. eine Stephenson'sche Locomotive mit vier festen Excentriks, wobei er angiebt, diese Maschine sei bereits 1836 für die London-Birmingham-Eisenbahn erbaut und in Betrieb gesetzt worden. Alle anderen Autoritäten in diesem Fache bezeichnen, wie im Texte bemerkt, Hawthorn als den, welcher zuerst (in England) vier feste Excentriks bei den Locomotiven in Anwendnng brachte und zwar im Jahre 1837. Man sehe hierüber namentlich Lechatelier, im Guide du Mécanicien-Constructeur, vom Jahre 1859. Ferner Heusinger-Claus, die Locomotive u. s. w., S. 18 und neuerdings Clark, in dessen „Railway-Machinery" von 1855, S. 22 und endlich 1864 Colburn, in dem Werke „Locomotive Engineering", S. 50.

die man als Prototyp der nachher namentlich auf dem europäischen Continente fast allgemein eingeführten Aussencylinder-Maschinen betrachten kann [1]).

Bereits von 1831 an hatten Stephenson und andere englische Locomotivenbauer, wie Bury (Kennedy), Forrester, Braithwaite und Ericson, Maschinen für amerikanische Eisenbahnen geliefert, als 1832 und 1833 Baldwin in Philadelphia und Norris ebendaselbst den Locomotivbau ihren Maschinenwerkstätten einverleibten und jene eigenthümliche Gattung von Locomotiven zur allgemeinen Geltung brachten, welche sich vermöge eines vierrädrigen Swivelling-Trucks (S. 167), auch Bogie genannt, ganz besonders zum Befahren scharfer Bahncurven eigneten und die noch heute in fast ganz Amerika ausschliesslich im Gebrauche sind [2]).

Bemerkenswerth dürfte hier noch sein, dass die erste überhaupt in Amerika (vom Ingenieur Hall, in der West-Point-Foundry) gebaute Locomotive, „Experiment" genannt, mit vierrädrigem, drehbarem Vordergestelle, bereits im August 1832 auf der Mohawk- und Hudson-Eisenbahn dem Betriebe übergeben wurde [3]).

1) Abbildungen dieser Maschinen finden sich bei Clark a. a. O. S. 10 und bei Colburn S. 41. Ungeachtet der sofort einleuchtenden Vortheile dieses Systems, grössere Widerstandsfähigkeit einer völlig geraden (nicht zweimal gekröpften) Achse, leichtere Zugänglichkeit zu den wichtigsten Maschinentheilen u. s. w., war und blieb dasselbe in England unbeliebt, weil man die Bewegung derartiger Locomotiven für zu unruhig, die Dampfcylinder für zu sehr der Abkühlung unterworfen und das ganze System in mehrfacher Hinsicht für nachtheilig hielt.

2) Es ist ganz unzweifelhaft, dass eine Locomotive mit dem vierrädrigen beweglichen Vordergestell, dem Swivelling-Truck S. 167 (oder „Bogie" nach dem Spitznamen der Northumberlander Kohlenbergleute), zuerst von dem bereits oben genannten englischen Civil-Ingenieur W. Chapman in Vorschlag gebracht wurde, wie namentlich aus der Specification seines Patentes von 1812 (Nr. 3632, Fig. 8) erhellt. Im Jahre 1828 empfahl Robert Stephenson dieselbe Truck- oder Bogie-Construction einer nach Newcastle gekommenen amerikanischen Commission, welche Locomotiven für die Baltimore-Ohio-Eisenbahn bestellen wollte (Colburn a. a. O. S. 96). Nach Heusinger-Claus' Locomotivwerke S. 15 und nach Clark's Railway-Machinery Fig. 263 soll (?) Stephenson zuerst Bogie-Locomotiven für englische und amerikanische Bahnen geliefert haben. In keiner amerikanischen Quelle fand ich jedoch diese Angabe bestätigt, dagegen bei Colburn (a. a. O. S. 43) erwähnt, dass 1832 die ein Jahr vorher (1831) von Stephenson für die Mohawk-Hudson-Eisenbahn gesandte Locomotive (ähnlich dem „Planet") dahin abgeändert wurde, dass man die Vorderräder entfernte und durch einen „Swivelling-Truck" oder „Bogie" ersetzte.

3) Clark, Recent and Practice, p. 48 und Colburn, Locomotive-Engineering, p. 43.

Die rechte Ausbildung erreichten Baldwin's und Norris' Locomotiven erst im Jahre 1837 und unterschieden sich dann beide Maschinen, ausser in Details [1]), ganz besonders in der Stellung der Triebräder, welche Norris vor der Feuerkiste, Baldwin hinter derselben anbrachte, so dass in Fig. 205 Norris' Triebräder mit dem Buchstaben *a*, die von Baldwin mit *z* bezeichnet sind.

Beide Maschinengattungen hatten ihre Vorzüge und Nachtheile. Bei Norris' Locomotive lag auf den Triebrädern ein grösseres Gewicht, weshalb unter sonst gleichen Umständen ihre Adhäsion (S. 249, Note) grösser war als bei der Baldwin'schen Maschine, wogegen letztere wieder einen stabileren Gang zeigte, aber auch ungünstige Steigungen nicht so gut wie Norris' Locomotive überwinden konnte.

Was die einer Norris' Maschine entnommenen Skizzen, Fig. 205 u. 206, sonst noch anlangt, so dürfte Folgendes zu erwähnen sein [2]):

Fig. 205.

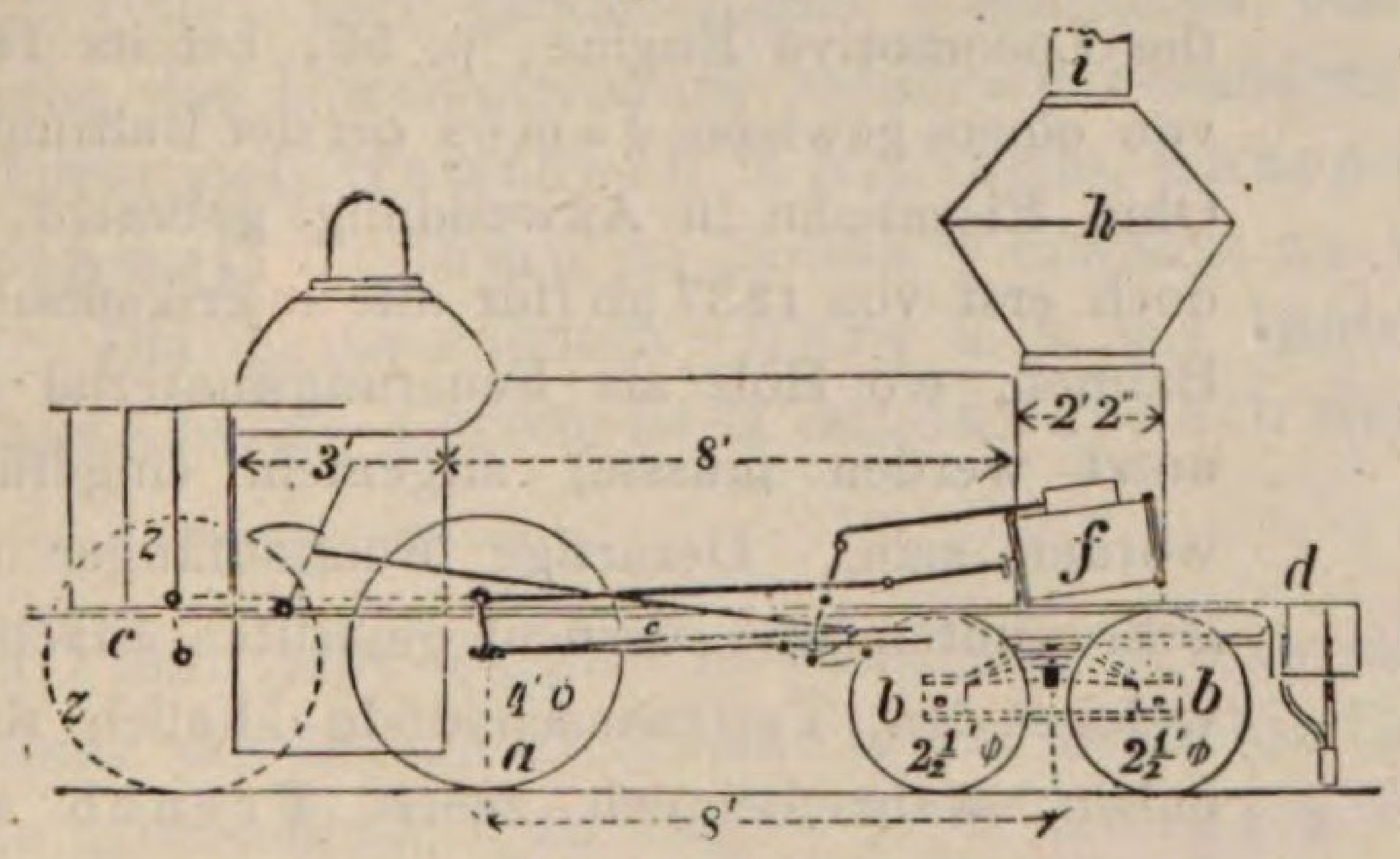
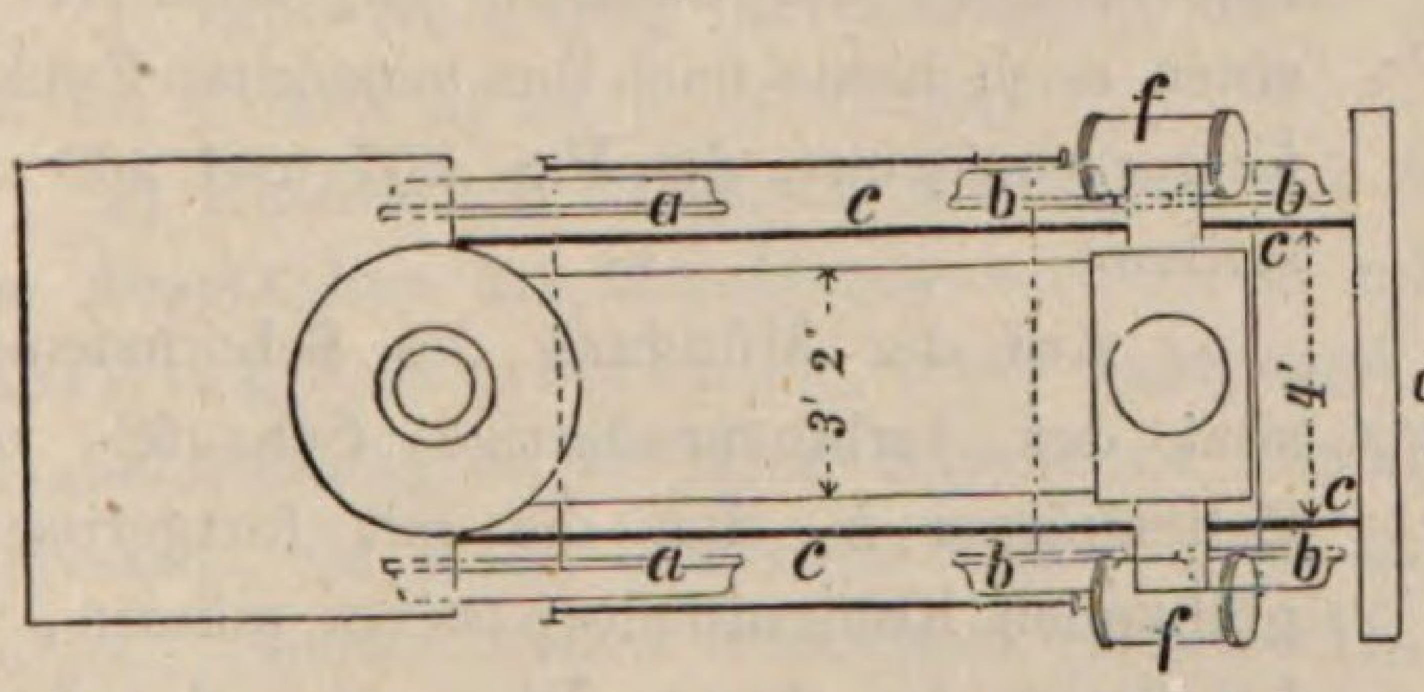


Fig. 206.



Die Construction des um einen Bolzen oder Zapfen drehbaren Vordergestelles glich im Allgemeinen den bereits S. 168 beschriebenen.

Der Achsstand, hier von der Drehzapfenmitte des Trucks bis zur Achse der Triebräder *a* gerechnet, betrug 8 Fuss, jeder der in den Cylindern *ff* befindlichen Dampfkolben hatte $10\frac{1}{2}$ Zoll engl. Durchmesser und 18 Zoll Schub u. s. w.

Für jeden Dampfcylinder waren zwei feste Excentriks vorhanden, wovon man das eine zum Vorwärts-, das andere zum Rückwärtsfahren benutzte.

1) Baldwin's erste Locomotive hatte hölzerne mit Eisenplatten bekleidete Aussenrahmen, Norris' Maschinen eiserne Innenrahmen. Bei Baldwin war für jeden Cylinder nur ein Excentrik vorhanden, wogegen Norris gleich das Vier-Excentrik-System adoptirt hatte. Man sehe über diese Details Clark (a. a. O. Bd. 2, p. 50) und Colburn (a. a. O. S. 46).

2) Unsere Skizzen sind den 1841 in Berlin (bei Reimer) vom Regierungs-

Der 8 Fuss lange Kessel schloss 78 Kupferrohre, jedes von 2 Zoll Durchmesser ein.

Der Feuerkasten war cylindrisch und überhaupt ähnlich der Bury'schen Construction (S. 266) ausgeführt.

Der Schornstein *i* von 12 Zoll Durchmesser im Lichten erweiterte sich bei *h* auf 4 Fuss. An letzterer Stelle war ein kegelförmiger Trichter aus Drahtnetz ausgespannt, in dessen nach unten gerichtete stumpfe Spitze das Dampfblasrohr mündete.

Man begreift leicht, dass dies Drahtnetz einen Funkenfänger bilden sollte, dessen obere Endfläche (die Erweiterung bei *h*) deshalb so gross genommen war, damit ein nothwendiger Ersatz für die Verengung geboten wurde, welche der Drahtkörper bildete [1]).

Bau-Conducteur Mathias veröffentlichten Zeichnungen (4 Folioblätter, leider ohne brauchbare Details) entlehnt, welche derselbe nach einer 1839 für die Berlin-Potsdamer Bahn von Norris in Philadelphia gelieferten Locomotive anfertigen liess.

1) Funkenfänger (spark arrester in Amerika genannt), ohne Drahtnetze, mit schräg gestellten, ebenen oder gekrümmten Ablenkungsflächen, nahe der Schornsteinmündung, sollen nach Clark (Recent Practice in the Locomotive Engine, p. 59) bereits 1833 von einem gewissen James bei der Baltimore-Ohio-Eisenbahn in Anwendung gebracht, jedoch erst von 1837 ab (für alle amerikanischen Bahnen, wo Holz als Feuerungsmaterial benutzt werden musste) allgemein eingeführt worden sein. Derartige Funkenfänger mit gekrümmten und vertical gestellten Flächen, welche den Turbinenschaufeln ähnlich sind, haben wahrscheinlich zuerst French und Baird angewandt und hiernach hat, mit Verbesserungen, der deutsche Ingenieur Klein einen noch heute nach ihm benannten Funkenfänger construirt, den Fig. 207 und 208 darstellen.

Fig. 207.

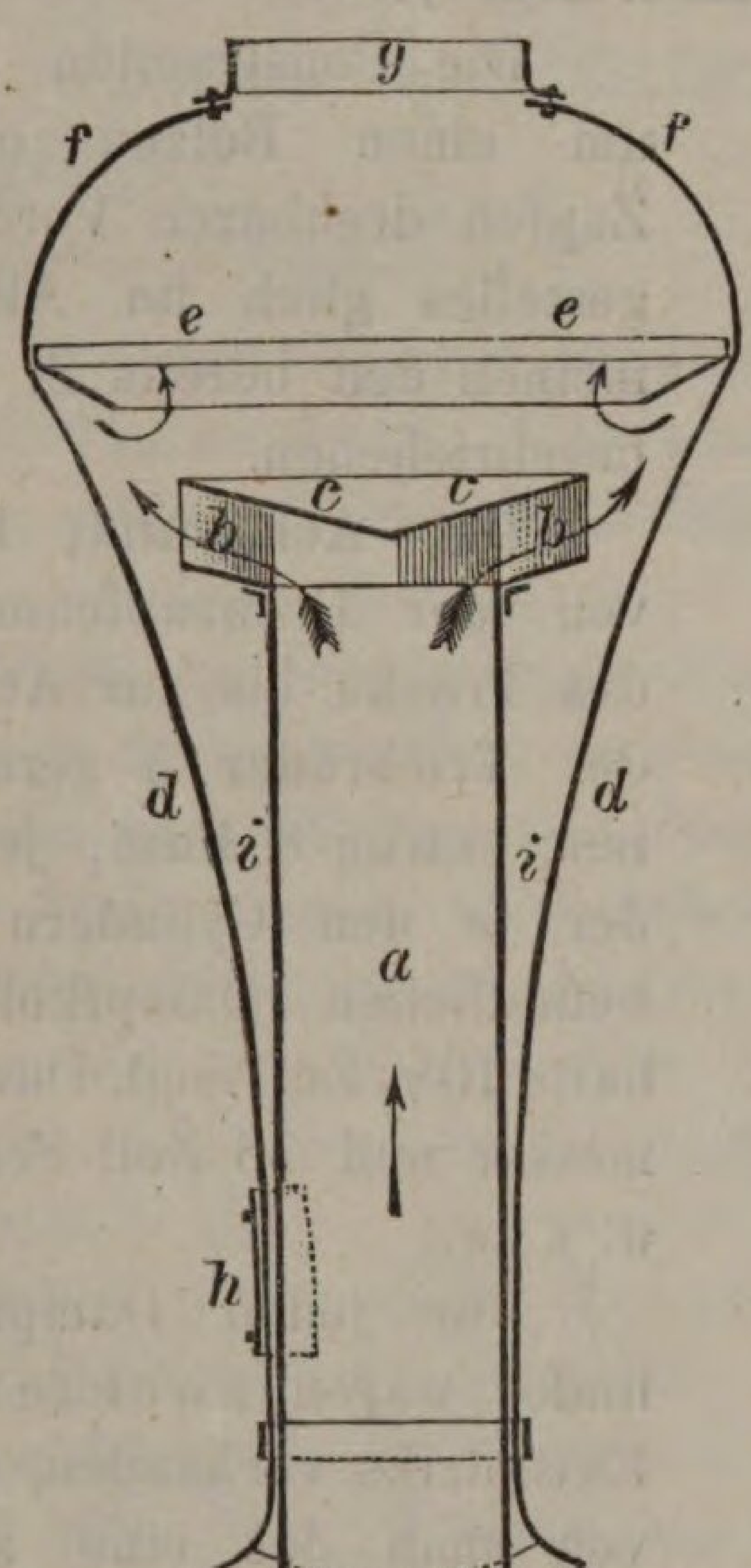
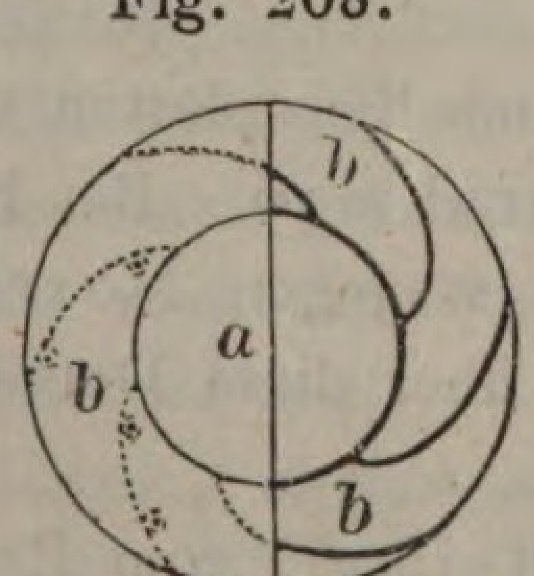


Fig. 208.



Auf der Mündung des Schornsteins *a* sitzt der turbinenradartige Schaufel- oder Zellenkörper *b*, den die mit fortgerissenen glühenden Kohlentheile passiren müssen, wobei ihnen der directe Weg vertical aufwärts durch eine feste Wand *cc* abgeschnitten ist. Beim ferneren Fortgange stossen alle mitgerissenen festen Körper gegen einen kegelförmigen Schirm *e* und weiter gegen die gewölbten Wände *ff*. Die von ihrem ursprünglichen Wege abgelenkten Körper fallen in den trichterförmigen Raum *i* herab, aus dem sie durch eine Thür *h* entfernt werden kön-

Die Vortheile der Norris- und Baldwin-Locomotive zu vereinigen, gelang zuerst 1837 Eastwick und Harrison in Philadelphia, deren Maschinen zwei gekuppelte Triebräder besassen, welche den cylindrischen Feuerkasten zwischen sich hatten, so dass das Aeussere derselben unserer Fig. 205 gleicht, wenn man sich beide Räder *a* und *z* zugleich vorhanden denkt[1]).

Um dabei den nachtheiligen Einfluss von Unebenheiten oder Ansteigungen der Eisenbahn auf die Adhäsion der Triebräder auszugleichen, hatten die Constructeure die Federwerke je zweier, an derselben Seite der grossen Triebräder befindlicher Achsbüchsen durch sogenannte Balanciers (Federbalanciers) verbunden, wodurch eine entsprechende Druckvertheilung bewirkt wurde[2]).

In Europa hatten während dieser Zeit die commerciellen Erfolge der Liverpool-Manchester-Bahn, welche die kühnsten Erwartungen der Unternehmer übertrafen, den Sinn zum Eisenbahn- und Locomotivenbau in ungewöhnlicher Weise geweckt, auch hatten beide Stephensons anderen Ingenieuren derartig den Weg gebahnt, dass ihr Vorgang nicht unrichtig mit dem Nutzen für die Schifffahrt verglichen wurde, Amerika zu finden, nachdem Columbus seine erste Reise gemacht hatte[3]).

Unter den gleichzeitigen glücklichen Concurrenten Stephenson's im Fache des Locomotivbaues verdienen besonders Bury, Curtis u. Kennedy in Liverpool, Hawthorn in Newcastle, Sharp u. Roberts in Manchester und Rothwell u. Comp. in Bolton[4]) erwähnt zu werden.

Die Erstgenannten (Bury u. s. w.) bauten unter eigener Garantie nur vierrädrige Locomotiven mit innerhalb der Räder liegendem Rahmen und

nen. Man sehe übrigens in Betreff des Klein'schen Funkenfängers sowohl einen Aufsatz des Ingenieurs Hänel in der deutschen Gewerbezeitung von 1845, als auch eine Abhandlung Heusinger v. Waldegg's in dessen Organ des Eisenbahnwesens Bd. 1 (1846), S. 175.

1) Eine Abbildung (in Holzschnitt) dieser Harrison'schen Locomotive findet sich bei Colburn (a. a. O. S. 52).

2) Ausführlich berichtet wird über die Anordnung der Balanciervorrichtung zum Ausgleichen des Maschinengewichtes für schlechte Bahnen, Seitens der Herren Eastwick & Harrison im ersten Jahrgange (1843) der (Meyer-Klein'schen) Eisenbahnzeitung S. 2. Der betreffende Artikel ist auch noch aus dem Grunde interessant, als er die Leistungsfähigkeit u. s. w. aller drei Hauptgattungen der (damaligen) amerikanischen Maschinen (Baldwin, Norris und Eastwick-Harrison) nach angestellten Versuchen vergleicht.

3) Smiles, Life of the Engineers, Vol. 3, p. 291.

4) Von Rothwell wurde die erste Locomotive („Komet") der Leipzig-Dresdner Eisenbahn für den Preis von 1383 Pfd. St. bezogen. Sie traf Ende November 1836 in Leipzig ein. Man liess das Wunderwerk, das auf Böcke gestellt und geheizt wurde, um die Bewegungen zu zeigen, gegen ein Entrée sehen. Eine nachher von Amerika bezogene Locomotive („Columbus") mit senkrecht stehendem Röhrenkessel entsprach den Erwartungen nicht und musste umgebaut werden.

boten seiner Zeit Alles auf, die Vortheile ihrer Maschinen, gegenüber den mit sechs Rädern und auswendigem Rahmen, aller Welt einleuchtend zu machen [1]).

Als besondere Vorzüge der vierrädrigen Locomotiven wurden hervorgehoben die geringeren Anschaffungskosten, der mindere Raum, den sie einnehmen, die vollkommnere Adhäsion, die günstigere und sicherere Fahrt in Curven, das Ausreichen kleinerer Drehscheiben, u. dgl. m.

Die Vertheidigung des inwendigen Rahmens stützte sich namentlich darauf, dass im Falle eines Achsenbruches der Radkranz gegen die Schienen gepresst würde, die Räder selbst aber auf den Schienen blieben und die Maschine doch immer noch (bis zur nächsten Station) fortlaufen könne. Bei auswendigem Rahmen würden dagegen, wenn ein Achsenbruch erfolgt, die Räder von den Schienen ab, unter die Maschine, gegen die Bahnmitte getrieben und damit die Maschine selbst von den Schienen geschleudert u. s. w. Diese ganze Schlussfolge ist natürlich bloss richtig, wenn der Achsenbruch da erfolgt, wo ihn Bury u. s. w. annimmt, d. h. inwendig an einer Seite unmittelbar an der Nabe [2]).

Hawthorn, der, wie bereits oben erwähnt, das Verdienst hatte, in England zuerst das System von vier festen Excentriks mit Erfolg eingeführt zu haben [3]), war es auch, der für die Great-Western-Bahn (erst London-Bristol-Bahn genannt und am 13. Juni 1838 eröffnet) [4]) die Maschine „Hurrican" mit zwei Triebrädern (einem Paare) von zehn Fuss Durchmesser baute, die für Geschwindigkeiten von 40 engl. Meilen per Stunde berechnet war, damals das Aeusserste, was man zu leisten beanspruchte [5]). Obwohl die grösste zulässige

1) Eisenbahnzeitung 1843, S. 16 und Institution of Civil-Engineers, Session 1840, p. 33. An erstgenannter Stelle sind Abbildungen beigegeben.

2) Perdonnet im dritten Bande seines „Traité élémentaire" (1865) kommt, diese Frage betreffend, S. 86 (unter Zuziehung von Zeichnungen) zu dem Schlusse: „Les machines locomotives à chassis extérieur sont donc tout aussi sûres, si ce n'est moins dangereuses, que celles à chassis intérieur."

3) Clark p. 22 und Colburn p. 50.

4) Der Erbauer der Great-Western-Eisenbahn, Isambard Kingdom Brunel (Sohn des Themsetunnel-Erbauers), setzte hier bekanntlich die kolossale Spurweite von 7 Fuss durch, weil er Stephenson gegenüber nicht nur die beste Bahn, sondern auch eine sogenannte Riesenbahn schaffen wollte, die mit verdoppelter Geschwindigkeit befahren werden sollte. Bekanntlich hat ihm Niemand dies Experiment nachgemacht. Robert Stephenson und Brunel blieben zeitlebens Gegner in der Aufstellung wie im Verfolge und in der Ausführung ihrer Projecte. Die bemerkenswerthesten derartigen Acte waren der Bau einer Eisenbahn von Newcastle nach Edinburgh (die Stephenson über Berwick durchsetzte, während Brunel von der Küste entfernter bleiben wollte) und die Herstellung sogenannter atmosphärischer Eisenbahnen, welchen Brunel die Eigenschaften: „rapidity", „safety", „comfort" und „economy" beilegte, dagegen Stephenson mit der kurzen Bemerkung „It won't do" abfertigte und womit er bekanntlich sehr recht hatte! Man sehe hierüber besonders Smiles a. a. O. S. 397 bis 403.

5) Wood-Köhler, Eisenbahnkunde, S. 244 u. 488. Ferner Colburn S. 48. Die Cylinder des „Hurrican" hatten 16 Zoll Durchmesser und 20 Zoll Hub, vier Lauf-

Fahrgeschwindigkeit dem Durchmesser der Triebräder proportional ist, so lehrte doch bald die Erfahrung, dass man mit 10 Fuss hohen Rädern zu weit gegangen, der Schwerpunkt zu hoch über den Achsen zu liegen kam und die Herbeiführung hinlänglicher Widerstandsfähigkeit der Räder sehr schwierig war.

Sharp's (richtiger Roberts') erste Locomotiven glichen (abgesehen von einer Versuchsmaschine für die Dublin-Kingston-Bahn) im Allgemeinen den oben (S. 271) beschriebenen und Fig. 201 u. 202 abgebildeten sechsrädrigen Stephenson'schen Maschinen mit aussenliegendem Rahmen, unterschieden sich aber von denselben durch mehrfache werthvolle Details [1]), wohin unter Anderm auch das Anbringen von Gegengewichten an den Triebrädern gehört, um die hin- und hergehenden Stangen- und Kolbenmassen für die gleichförmige Bewegung der Maschine möglichst unschädlich zu machen, oder das sogenannte Zucken (Vor- und Rückwärtsbewegen des Rahmenbaues) und Schlingern oder Schlängeln (Drehung um eine durch den Schwerpunkt der Locomotive gehende Verticalachse) möglichst aufzuheben.

Am glücklichsten und erfolgreichsten fielen jedoch immer noch die von Robert Stephenson mit den Locomotiven vorgenommenen Veränderungen aus, so dass sie als wahrhafte, praktisch brauchbare Verbesserungen gelten konnten.

In letzterer Beziehung wichtig waren unter Anderm Stephenson's Patentlocomotiven von 1841 [2]), wovon Fig. 209 und 210 betreffende Skizzen sind. Man erkennt aus den Abbildungen bald, dass sich diese Maschine von der vorhergegangenen sechsrädrigen durch die (veränderte) Radstellung und den Rahmenbau, ferner durch den bis auf 12 Fuss verlängerten Kessel und endlich durch mancherlei Details unterscheidet. Trotz des langen Kessels war durch den Radstand (sämmtliche Radachsen liegen zwischen Feuer- und Rauchkasten) die Entfernung der äussersten Achsen auf durchschnittlich $10\frac{2}{3}$ Fuss herabgezogen, die Maschine also noch ebenso wie beim kurzen Kessel für das Befahren von Curven geeignet. Im Gegensatze zu Fig. 201 u. 202 befinden sich hier sämmtliche Achslager zwischen den inneren Radebenen, der Rahmen ist überhaupt lediglich ein innerer, der sich an den Seitenwänden des Feuer- und Rauchkastens hinzieht und womit Kessel und Cylinder verbunden sind.

Aeussere Achszapfen sind gar nicht vorhanden; die Rahmenverbindung an beiden Enden wird durch die Bufferbalken vermittelt.

räder von $4\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser u. s. w. (ausführlich in einer Tabelle bei Wood-Köhler, S. 244, Nr. 2, „Maschinen von Hawthorn" u. s. w.).

1) Eine schöne Abbildung dieser ersten Sharp'schen Maschinen findet sich u. A. in Perdonnet's Traité élémentaire u. s. w., Tome 3, p. 82.

2) Specification Nr. 8998 vom 22. December 1841.

Die Dampfcylinder hatten 14 Zoll Durchmesser, die Kolben 20 Zoll Schub. Der Durchmesser des cylindrischen Theiles des Kessels betrug 37 Zoll und

Fig. 209.

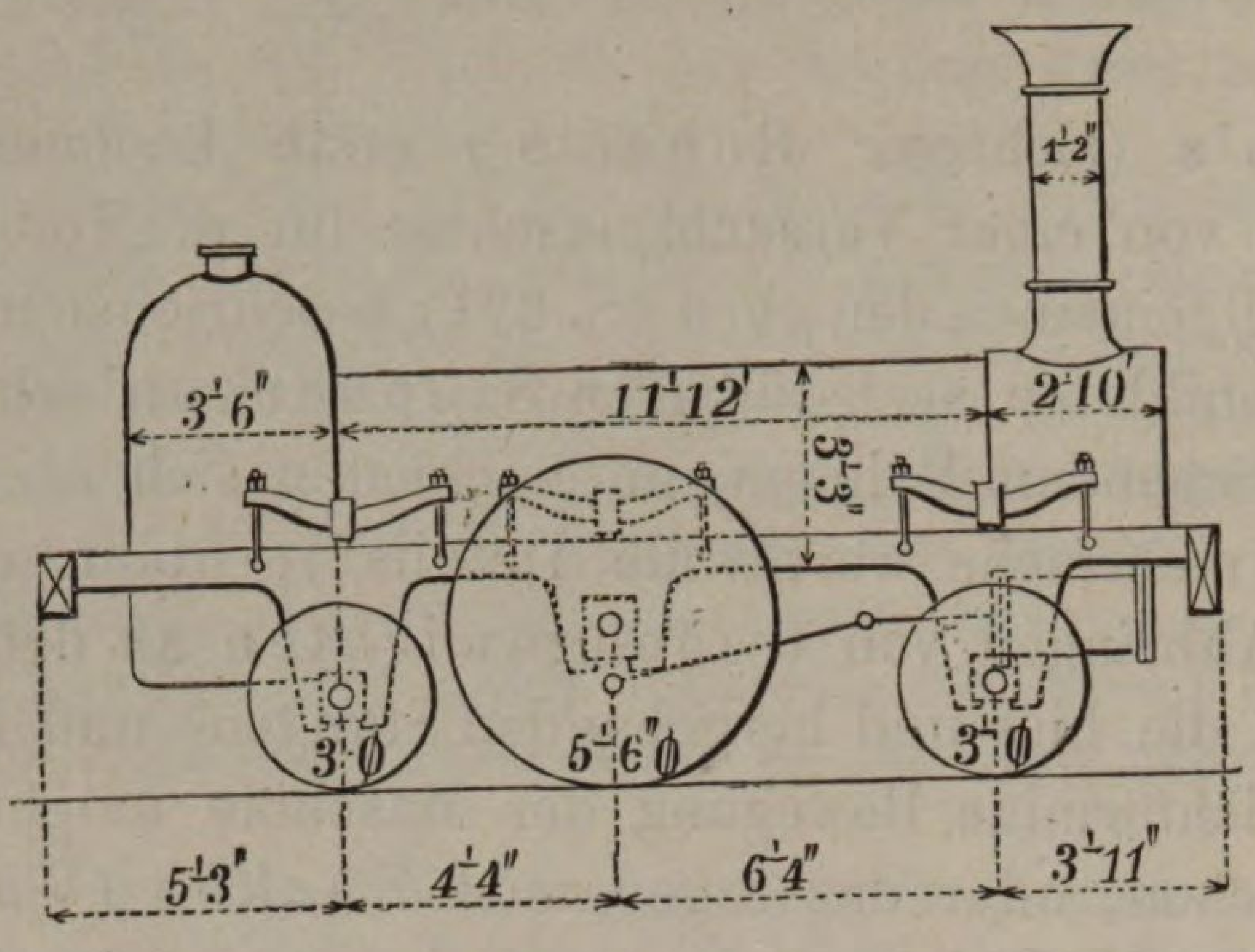
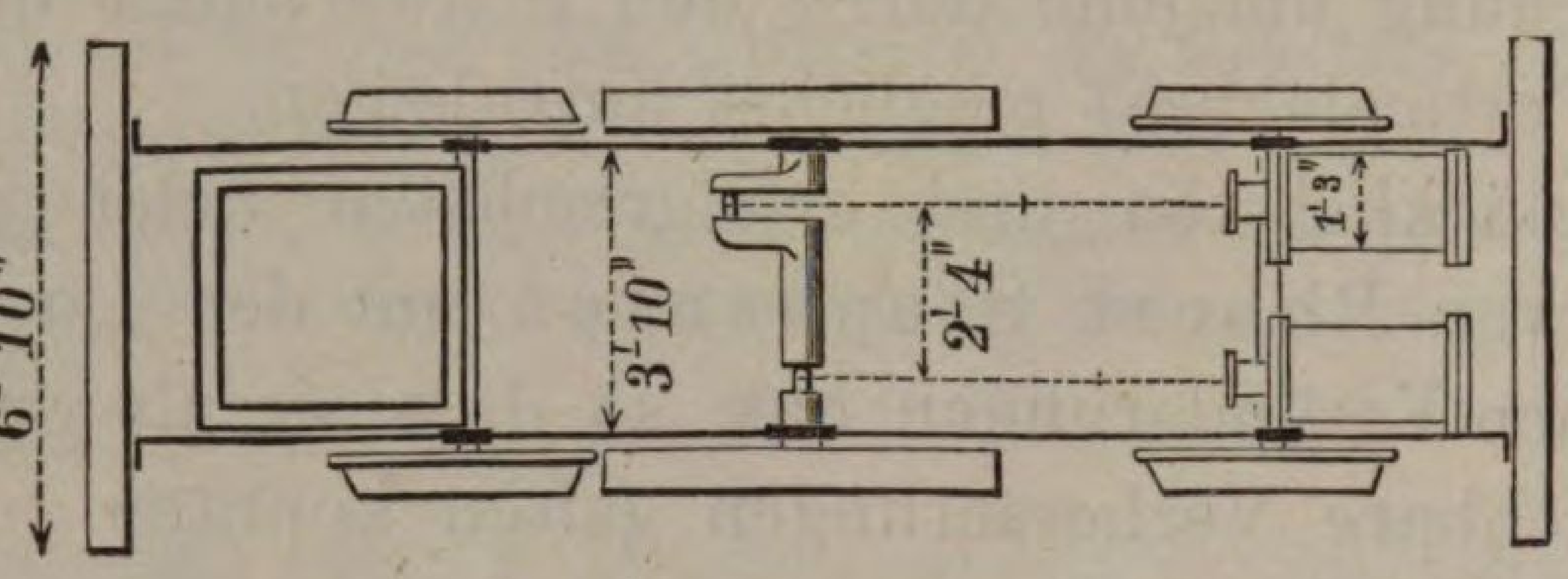


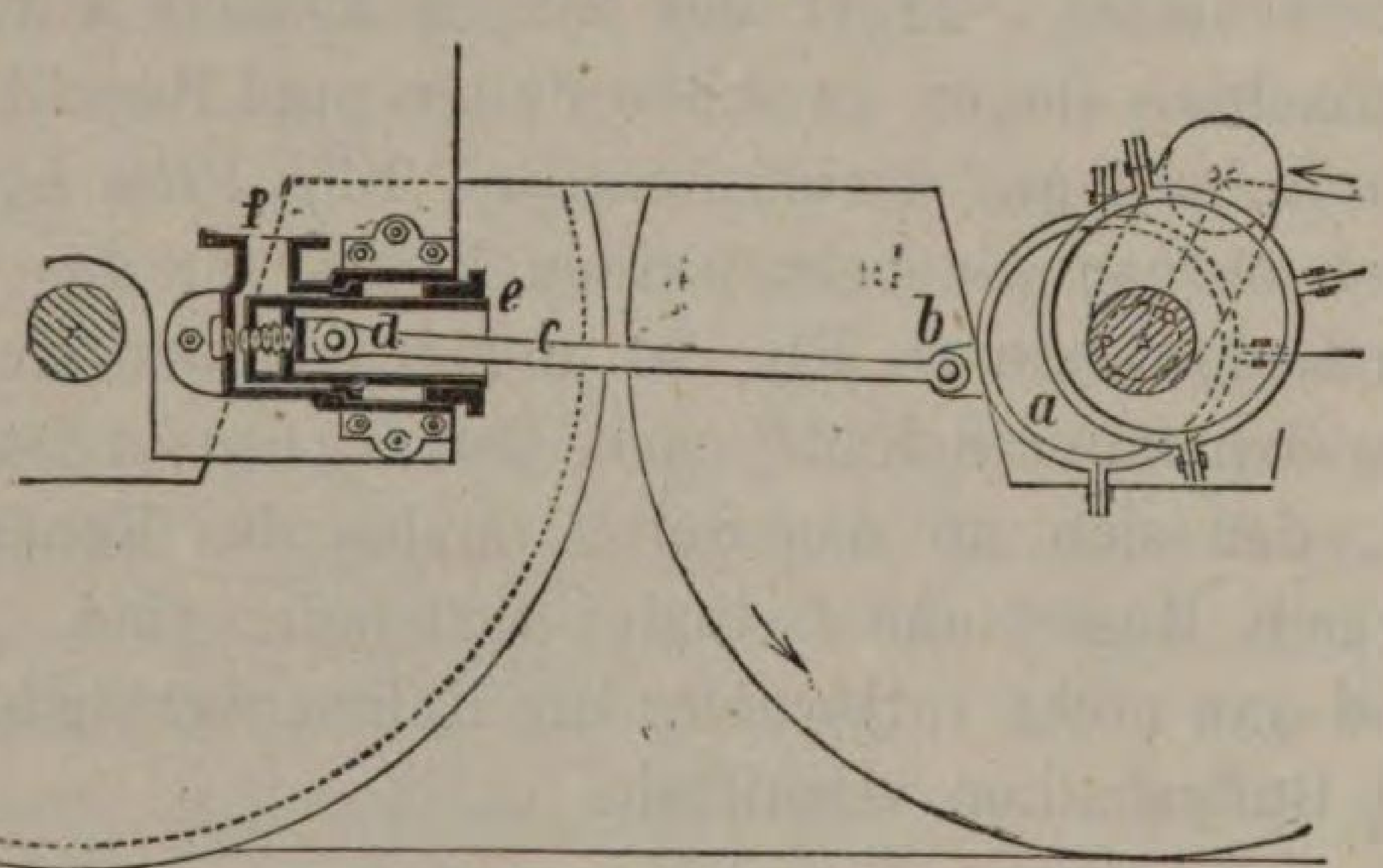
Fig. 210.



enthielt 150 Röhren von $1^5/_8$ Zoll äusserem Durchmesser und von 12 Fuss Länge.

Zum ersten Male sah man hier die Speisepumpe, Fig. 211, mit Pumpenkolben *e* von einem der Excentriks auf der Triebachse der Maschine bewegt. Zur Uebertragung der Bewegung diente eine Lenkstange *c*, die einerseits am gedachten Excentrik *a* befestigt, andererseits mit einem Stege im Innern des hohlen Kolbens verbunden war. Der Durchmesser jedes Pumpenkolbens betrug $4^1/_2$ Zoll, der Schub 4 Zoll, d. h. so viel wie der Schieberweg[1]).

Fig. 211.



1) Im Jahre 1835 soll Melling, Maschinenmeister der Liverpool-Manchester-Eisenbahn, die Kugelventile erfunden und mit grossem Erfolg (statt Kegel- und Klappen-Ventilen) bei den Locomotiven in Anwendung gebracht haben.

Die eigenthümliche Stephenson'sche sogenannte Gabelsteuerung hatte Aehnlichkeit mit der erwähnten Hawthorn'schen und mag hier deshalb unerörtert bleiben, weil sie von Sharp und Roberts noch etwas vereinfacht wurde und in dieser Anordnung Fig. 212 und 213 abgebildet ist[1]).

Zuerst werde erwähnt, dass *a* die Treibradachse ist, *ab* der Krummzapfen für die eine der beiden vorhandenen (hier im Durchschnitte gezeichneten)

Fig. 212.

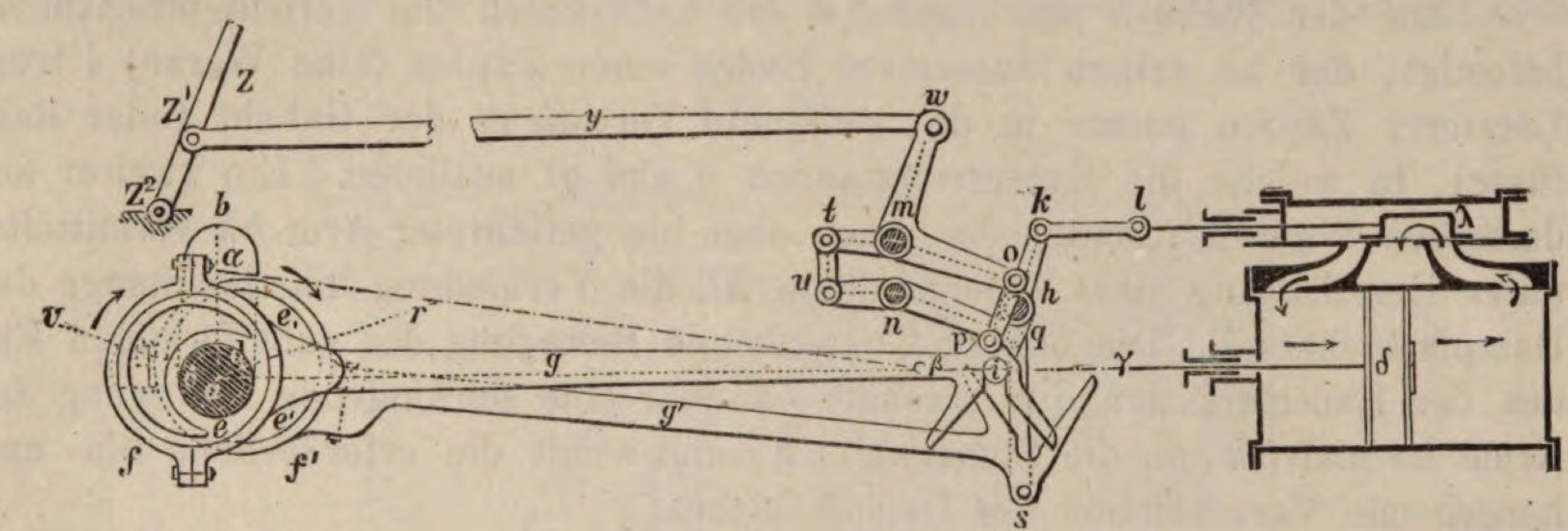
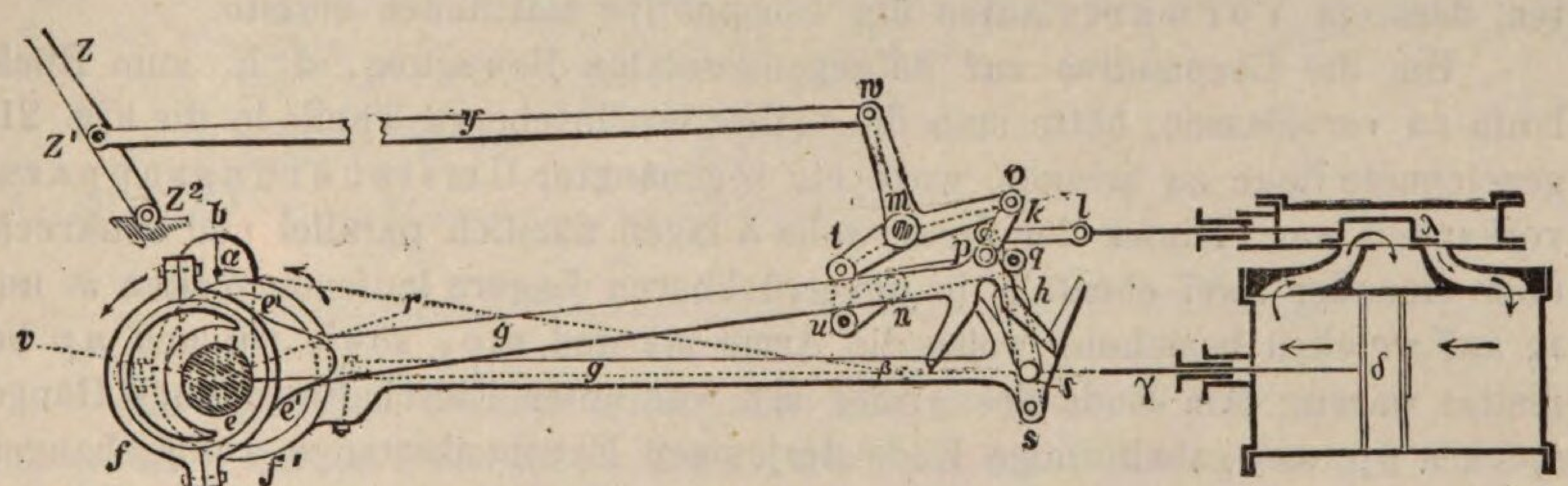


Fig. 213.



Dampfmaschinen, *ef* das Excentrik für die Vorwärtsbewegung und e^1f^1 das für die Rückwärtsbewegung der Locomotive. Die Halbmesser der Excentricitäten beider Excenter, beziehungsweise *ac* und *ad*, bilden jeder mit dem Krummzapfenhalbmesser die spitzen Winkel *bav* und *bar*, woraus nach S. 257, Note 3 folgt, dass man dem Dampfschieber ein nicht geringes Voreilen gegeben hat, sowie auch nach der Länge des Schiebers, in Bezug auf den Abstand der äussersten Dampfcanalkanten, eine bestimmte Deckung (Ueberlappung) zur Erzeugung einer entsprechenden Expansion vorhanden ist.

Derartige Ventile setzen sich in jeder Lage richtig auf die Ventilsitze und bewähren sich noch in der Gegenwart als das Beste ihrer Art, sobald sie wenig Gewicht haben und nicht zu gross genommen werden müssen. Pambour in der ersten englischen Ausgabe (1836) seines Werkes „Locomotive Engine" rühmt bereits S. 23 Melling's Eisenpumpen mit Kugelventilen.

1) Clark, a. a. O. 22, datirt die Stephenson'sche Steuerung vom Jahre 1838, die Sharp'sche von 1840. Nach Anderen (Heusinger-Claus, a. a. O. S. 19) führten auch Sharps ihre Gabelsteuerung schon im Jahre 1838 aus.

Uebrigens entspricht die Stellung aller Theile in Fig. 212 dem **Vorwärts-** und ebenso in Fig. 213 dem **Rückwärtslauf** der Maschine.

Die Mechanismen zur abwechselnden Erzeugung letzterer beiden Zustände waren folgende. Vor jedem Dampfcylinder (in circa 16 Zoll Entfernung) war eine sogenannte Steuerwelle h placirt, die sich in festen Lagern des Rahmenbaues drehen konnte und welche einerseits ihre Bewegung von einem der Excentriks empfing, andererseits auf den Dampfschieber λ übertrug.

Auf der Welle h war zunächst ein nach unten hin gerichteter Arm hi befestigt, der an seinen äussersten Enden einen Zapfen (eine Warze) i trug. Letzterer Zapfen passte in die geeignete Vertiefung der Gabeln (oder Rehfüsse), in welche die Excentriksstangen g und g^1 ausliefen. Ein zweiter auf derselben Welle h festsitzender, nach oben hin gerichteter Arm hk vermittelte, unter Einschaltung eines Gelenkstückes kl, die Verbindung mit der Stange des Dampfschiebers λ. Die hin- und hergehende Bewegung des gabelförmigen Endes der Excentriksstange g erzeugte offenbar eine schwingende Bewegung der Arme hi und hk um die Steuerwelle h, und somit die erforderliche hin- und hergehende Verschiebung des Dampfschiebers.

Bei etwas aufmerksamer Betrachtung der Stellung aller Theile in Fig. 212 erkennt man ausserdem bald, dass die Triebräder der Maschine sich so umdrehten, dass ein **Vorwärtslaufen** der Locomotive stattfinden musste.

Um die Locomotive zur entgegengesetzten Bewegung, d. h. zum Rücklaufe zu veranlassen, hatte man die vorher beschriebenen Theile in die Fig. 213 gezeichnete Lage zu bringen, wozu ein sogenannter **Umsteuerungsapparat** vorhanden war. Hinter der Steuerwelle h lagen nämlich parallel und senkrecht über einander zwei ebenfalls in unverrückbaren Lagern laufende Wellen m und n, auf welchen beziehungsweise die Arme mt und mo, sowie nu und np befestigt waren. Am Ende des Armes mo war unter Einschaltung eines Hängestückes op das gabelförmige Ende derjenigen Excentriksstange g aufgehangen, welche, wie schon angegeben, die Vorwärtsfahrt zu veranlassen hatte. Die andere Stange g^1 des Rückwärtsexcentriks e^1f^1, war bei s^1 mit einem Hängeeisen qs in Verbindung gesetzt, welches selbst am Arme np hing. Ein Verbindungsstück tu zwischen den beiden Hebeln tmo und unq und ein auf m mitbefestigter Arm mio machte es möglich, dass mit Hülfe der Zug- und Schubstange y die Stellung des um z^2 drehbaren Umsteuerungshebels oder der Händelstange zz^1z^2 so verändert werden konnte, dass alle Theile schliesslich in die Fig. 213 gezeichnete Stellung gelangen konnten, welche der Rücklauf der Locomotive erforderte.

Dass in beiden Figuren 212 und 213 die punktirt gezeichnete Linie $\alpha\beta$ die Lenkstange andeutet, welche die Warze α des Krummzapfens ab mit der Stange γ des Dampfkolbens δ verband, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

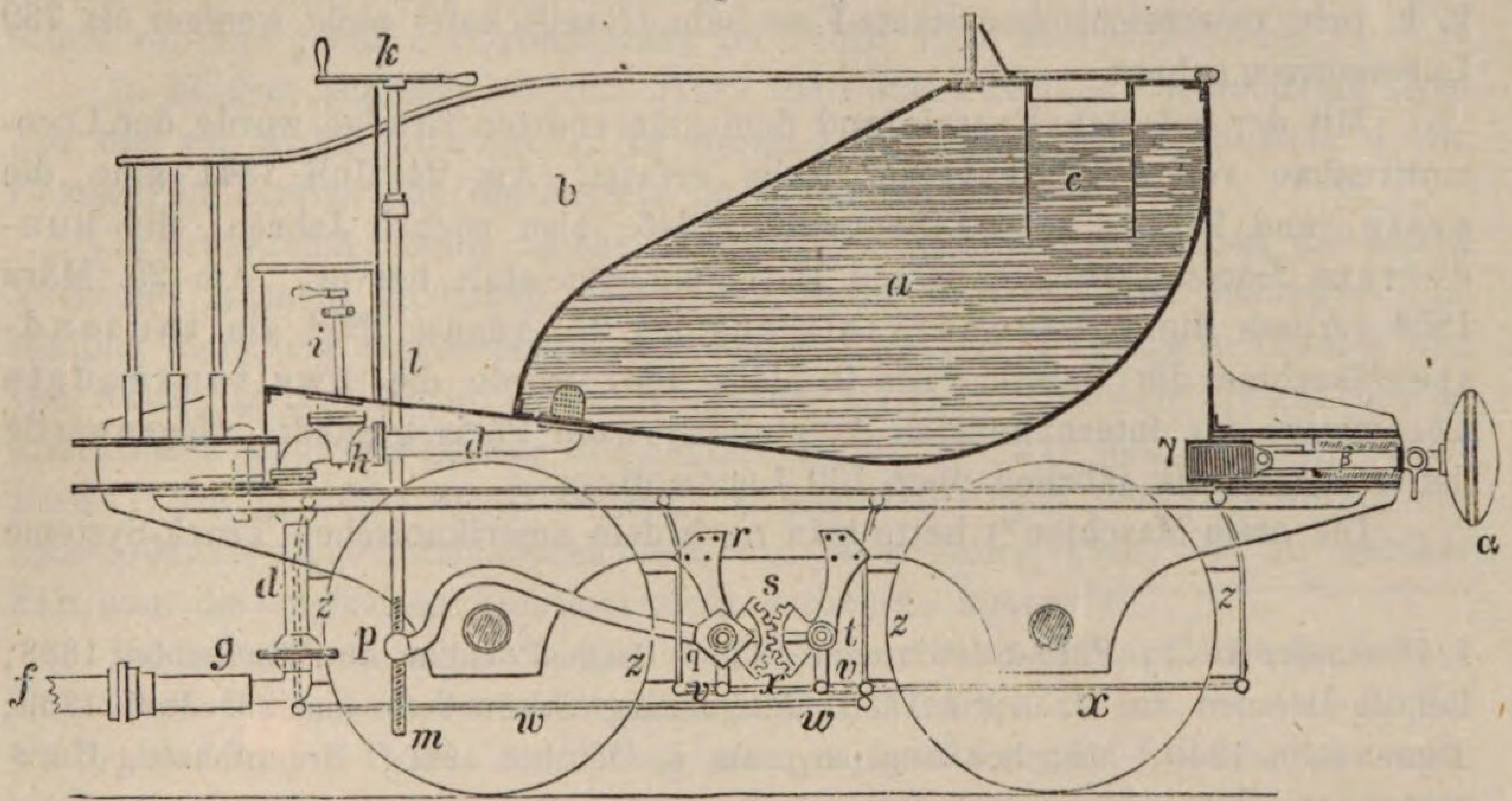
Um diese Zeit (1838—1841) hatte man auch die Construction des zur Locomotive erforderlichen Munitionswagens für Wasser und Kohlen, des sogenannten **Tenders**, in entsprechender Weise vervollkommnet.

Ein derartiger beachtenswerther Tender der wackeren **Sharp-Roberts'**schen Fabrik stellt im Längen-Durchschnitte Fig. 214 (in $1/_{45}$ wahrer Grösse) dar[1]), wobei a der Wasserbehälter, b der zur Aufnahme des Heizmaterials bestimmte Raum und c ein Rohrstück zum Einfüllen des Wassers ist.

1) Le Blanc's Recueil des Machines etc., 3. Part., Pl. 35.

Ein vom Boden des Raumes *a* ausgehendes Rohr *d* setzt das Tenderwasser in Communication mit dem Saugrohre *f* der an der Locomotive befindlichen Speisepumpe. Bei *h* ist ein Absperrhahn angebracht, der vom Handgriffe *i* aus gestellt werden kann. Um sowohl bei unvermeidlichen Seitenschwankungen, als auch beim Durchlaufen von Bahnkrümmungen die an sich steifen Wasserleitungsröhren so weit als möglich nachgiebig zu machen, befindet sich bei *g* ein sogenanntes Kugelgelenk, welches Bewegungen nach allen Seiten hin zulässt, ohne eine für den Wasserdurchfluss nachtheilige Verengung zu erzeugen.

Fig. 214.



Wie bei allen neueren Eisenbahn-Lastfuhrwerken (S. 228 u. s. w.), so hatten auch bereits Sharps an ihren damals zu den besten gehörigen Tendern von zwei Seiten wirkende Backenbremsen *zz* angebracht, die durch einen eigenthümlichen Mechanismus angezogen (wirksam gemacht) oder gelöst werden konnten.

Ein doppelarmiger, ungleicharmiger Hebel *pqs* mit dem Drehpunkte *q* an einem Hängearme *r* ist am längeren Ende bei *p* mit einer Schraubenmutter versehen, die man um eine zur Bildfläche normale Achse drehbar gemacht hat, und zu welcher eine an der Spindel *l* eingeschnittene Schraube gehört. Das andere kürzere Ende dieses Bremshebels ist zu einem Zahnbogen *s* gestaltet, der in einen ganz gleichen Zahnbogen am Hängearme *t* greift. Die beiden links zur Seite der Räder liegenden Bremsbacken sind durch eine Zugstange *w* und ebenso die beiden rechts liegenden durch eine Zugstange *x* verbunden, sowie ausserdem noch kleine Winkelhebel *v* eingeschaltet sind, um die von der Bremsstange ausgehende Bewegung in geeigneter Weise zu übertragen.

In diese Zeit, Ende der dreissiger und Anfang der vierziger Jahre, fällt sowohl die Eröffnung der ersten bemerkenswerthen Locomotiv-Eisenbahnen des europäischen Festlandes [1]), als auch

1) Eröffnet wurden: Brüssel-Mecheln am 7. Mai 1835; Nürnberg-Fürth am

die ersten Versuche der Continental-Mechaniker, Locomotiven in ihren eignen Werkstätten zu erbauen.

Einige verunglückte oder erfolglose Bemühungen abgerechnet[1]) und nur die Etablissements in Betracht gezogen, welche nicht nur anfingen, sondern auch fortfuhren zu bauen, datirt der deutsche Locomotivenbau vom Jahre 1840, wo in der Maschinenfabrik der Wien-Gloggnitzer-Eisenbahn-Gesellschaft, unter Leitung ihres Directors Haswell, 4 Locomotiven (Wien, Hietzing, Schönbrunn und Belvedere) nach dem amerikanischen Muster (Fig. 205, S. 275) hergestellt wurden. Bis zum Jahre 1866 hat dasselbe Etablissement (Maschinenfabrik der k. k. priv. österreichischen Staats-Eisenbahn-Gesellschaft) nicht weniger als 739 Locomotiven gebaut.

Mit der grössten Energie und dem glänzendsten Erfolge wurde der Locomotivenbau von A. Borsig in Berlin erfasst. Am 24. Juli 1841 ging die erste, und bereits am 20. September 1846, also nach 5 Jahren, die hundertste Locomotive aus dessen Maschinenbauanstalt hervor. Am 25. März 1854 verliess die fünfhundertste und am 21. August 1858 die tausendste Maschine die Fabrik. Am 2. März 1867 wurde die zweitausendste Locomotive zur internationalen Ausstellung nach Paris gesandt. Gegenwärtig liefert die Fabrik jährlich über 160 Locomotiven.

Die erste Maschine[2]) hatte man nach dem amerikanischen Truck-Systeme

7. December 1835; Paris-St.-Germain 1836; Berlin-Potsdam am 23. October 1838; Leipzig-Dresden am 7. April 1839; Magdeburg-Schönebeck am 29. Juni 1839; Taunusbahn 1840; München-Augsburg am 4. October 1840; Braunschweig-Harzburg 1841; Kaiser-Ferdinand-Nordbahn am 17. October 1841 u. s. w. Ausführlichere technische und zugleich statistische Angaben über diese Eisenbahnen enthält Reden, die Eisenbahnen in Europa und Amerika, Berlin 1843, Bd. 1, S. 319. Zerstreutes, aber sehr werthvolles Material findet sich ferner in Hülsse's polytechnischem Centralblatt 1836 — 1842.

1) Die erste in Deutschland nach selbstständigem Entwurfe erbaute Locomotive („Saxonia") scheint 1839 aus der Actien-Maschinenbauanstalt (unter Direction des Prof. Schubert) in Dresden hervorgegangen zu sein, welche von der Leipzig-Dresdener Eisenbahn-Gesellschaft angekauft wurde. Im Jahre 1840 lieferte diese (nachher eingegangene Fabrik) eine nach Rothwell's System erbaute zweite Maschine (den „Phönix"). Auch von der sächsischen Maschinenbaucompagnie in Chemnitz wurden 1840 zwei Locomotiven erbaut, die „Teutonia" (von Preuss) auf vier Rädern ruhend, und der „Pegasus" (von Rabenstein) mit sechs Rädern. Die erste Maschine wurde nach einigen Versuchen an die Buckauer Dampfschifffahrts-Gesellschaft verkauft, die letztere für die Leipzig-Dresdener Eisenbahn umgebaut. Ebenfalls 1840 wurde in Oesterreich unter Leitung des Ingenieurs Baillie in den Werkstätten der Kaiser Ferdinand-Nordbahn die erste Locomotive nach einer Stephenson'schen Maschine gebaut. Noch Andere, welche einzelne Locomotiven lieferten, werden bei Reden a. a. O. S. 236 u. 237, sowie in Heusinger's Organ, Jahrgang 1867, S. 48 genannt, worauf hier verwiesen werden muss.

2) Eine Abbildung dieser ersten Borsig'schen Locomotive hat der Verfasser in den von ihm bearbeiteten Artikel „Eisenbahnen" des „Handbuchs der Gewerbekunde" von Karmarsch und Heeren (Prag 1854), S. 661 geliefert.

des Norris gebaut, jedoch mit mancherlei Abweichungen (u. A. einem Paare Laufräder unter dem Platze des Führers, so dass die Maschine überhaupt auf acht Rädern lief) und einigen wesentlichen Detailverbesserungen.

Im October 1841 lieferte der Vorstand des Directoriums der München-Augsburger Eisenbahngesellschaft, Herr von Maffei (Fabrik Hirschau bei München), die erste gelungene Locomotive, am 6. November 1866 ging die sechshundertste Maschine aus dem Etablissement hervor.

Im März 1842 wurde die erste Locomotive der Maschinenbauanstalt von Emil Kessler in Karlsruhe auf den Badischen Eisenbahnen versucht und tüchtig befunden. Nach zehn Jahren (1852) zählte diese Fabrik bereits 252 Stück von ihr gebaute Locomotiven; im Jahre 1867 aber 319 Stück.

In Belgien lieferten bis zum Jahre 1843 drei Fabriken Locomotiven, nämlich die von John Cockerill zu Seraing [1]) bei Lüttich, die Société de St. Léonard in Lüttich und die Société du Renard in Brüssel.

In Frankreich scheint man bereits 1839 mit dem Locomotivenbau die ersten Versuche gemacht zu haben, wenigstens waren in der Pariser Industrie-Ausstellung desselben Jahres Maschinen von Schneider Frères in Creuzot und von Stehlin-Huber in Thann vorhanden [2]), denen André Köchlin [3]) in Mühlhausen und die Pariser Mechaniker Cavé [4]), Cail und Gouin, ferner Buddicom in Rouen u. A. folgten. Indess datirt sich der Aufschwung des französischen Locomotivenbaues erst aus dem Jahre 1845, bis zu welcher Zeit man die englischen Fabriken nicht entbehren konnte [5]).

In diesen Zeitabschnitt der Locomotivengeschichte fällt auch das furchtbare Unglück auf der Paris-Versailler Eisenbahn (linkes Seineufer), wo (am 8. Mai 1842), durch den Bruch der Achse einer vierrädrigen Locomotive veranlasst, ein Personenzug fast ganz vom Feuer verzehrt wurde und eine grosse Anzahl Passagiere bei lebendigem Leibe buchstäblich gebraten wurde [6]).

1) Abbildungen im Cockerill'schen Etablissement erbauter Locomotiven finden sich in dem „Portefeuille de John Cockerill", welches sich die Veröffentlichung von Maschinen aller Art zur Aufgabe gemacht hat, die seit Gründung des grossartigen Eisenwerkes und Maschinenbauetablissement zu Seraing aus demselben hervorgegangen sind.

2) Herrmann (in München), Bericht über die Pariser Industrie-Ausstellung vom Jahre 1839, S. 165 u. 229.

3) André Köchlin lieferte 1839 die beiden ersten Locomotiven (Bulletin d'encouragement 1842, 41. année, p. 482).

4) Vortreffliche Abbildungen der ersten Cavé'schen Locomotive (die „Gauloise") enthält Le Blanc's Recueil des Machines etc., Part. 3, Pl. 7—12.

5) Lechatelier etc. in der Vorrede (S. 17) der Ausgabe des Guide du Mécanicien-Constructeur etc. von 1859. Sowohl in dieser als auch in der folgenden Auflage dieses Werkes finden sich Abbildungen Cail'scher, Gouin'scher u. a. französischer Locomotiven.

6) In dem technischen Berichte, welchen Combes über das unglückliche Ereigniss der Pariser Akademie abstattete (Dingler's polytechn. Journal 1842, Bd. 84, S. 462), wird hauptsächlich Folgendes angeführt: Die Wagenreihe, welche an diesem Sonntage zwischen $5^1/_2$ und 6 Uhr Abends von Versailles nach Paris fuhr,

Auf die Locomotivenconstruction war dies Ereigniss insofern von grossem Einflusse, als hiermit ein alter Streit über die Vortheile und Nachtheile vierrädriger und sechsrädriger Locomotiven [1]) auf einmal zu Gunsten der letzteren entschieden war, ja dies Unglück bei manchen Staatsregierungen Veranlassung wurde, die fernere Verwendung vierrädriger Locomotiven ohne Weiteres zu verbieten [2]).

Im Constructionsgebiete der Locomotiven hatten sich bis zu Anfang der vierziger Jahre die tüchtigsten Mechaniker bemüht, insbesondere die Steuerungsmechanismen zu verbessern, in welcher Beziehung ausser den bereits in dieser Beziehung erwähnten Ste-

wurde von zwei Locomotiven gezogen, einer kleinen vierrädrigen, welche sich mit einem vierrädrigen Tender an der Spitze des Zuges befand, und einer unmittelbar nach ihr folgenden grossen sechsrädrigen Locomotive (von Sharp & Roberts) mit ihrem Tender. Hinter letzterem kamen unmittelbar die Waggons mit den Reisenden. Dabei fuhr man mit der damals ganz enormen Geschwindigkeit von 67,50 Kilometer (indem der ganze Weg von Versailles nach Paris, d. i. 18000 Meter in 16 Minuten zurückgelegt wurde) oder fast 43 engl. Meilen pr. Stunde (18,76 Meter oder 61,50 engl. Fuss pro Secunde), bloss um der zweiten Paris-Versailler Bahn (rechtes Seineufer) Concurrenz zu machen. (Man sehe auch die Eisenbahnzeitung Jahrgang 1843, S. 27.)

Kurz vor Paris brach die vordere Achse der kleinen Locomotive, worauf das Umwerfen und Zerbrechen ihres Tenders, das Nachstürzen und theilweise Zerstören der grossen Locomotive mit ihrem Tender erfolgte und letztere Maschine dabei so zu liegen kam, dass sie den Rost gegen die kleine Locomotive kehrte. Die brennenden Cokes beider Maschinen verzehrten zuerst die Holztheile der Locomotiven, sodann aber pflanzte sich dies Feuermeer so rasch auf die über und an einander geschobenen und leider sämmtlich geschlossenen Personenwagen fort, dass beispielsweise der erste Personenwagen in etwa 10 Minuten vom Feuer verzehrt wurde und die darin sitzenden Menschen bis zur völligen Unkenntlichkeit verbrannten.

1) Eisenbahnzeitung, Jahrgang 1843, S. 16. Ein Aufsatz von Bury, der bekanntlich das System der vierrädrigen Locomotiven lange Zeit hindurch vertheidigte. Nach Whishaw's „Railways“, S. 249 hatte u. A. die London-Birmingham-Eisenbahn, deren Ober-Maschinenmeister Bury war, im Jahre 1840 bereits 82, ausschliesslich vierrädrige Locomotiven, von denen auch Whishaw Abbildungen lieferte. An derselben Stelle (S. 249) sind auch Bury's Gründe hervorgehoben, welche für die Anwendung vierrädriger Maschinen sprechen sollen und die im Allgemeinen dieselben sind, worauf bereits oben (S. 278) aufmerksam gemacht wurde.

2) Die Verordnung, welche der französische Minister der öffentlichen Arbeiten in Folge des Versailler Unglücks erliess, enthielt namentlich das Verbot vierrädriger Locomotiven für den Personentransport, ferner, dass sich die Locomotiven immer an der Spitze des Zuges befinden müssen, niemals aber hinter demselben, die Fahrgeschwindigkeit unter keinerlei Umständen 39 Kilometer pro Stunde überschreiten dürfe, die Personenwagen nicht verschlossen sein sollten, u. dgl. m. (Man sehe deshalb Dingler's polytechn. Journal 1842, Bd. 85, S. 156.)

phenson und Sharp & Brothers auch noch Bury, Hawthorn, Jackson, Buddicom und Pauwels rühmlichst zu nennen sind [1].

Damit noch nicht zufrieden, bemühte man sich ferner um Mechanismen zur Erzeugung veränderlicher Expansionen bei den Locomotiv-Dampfmaschinen. Wie bei den feststehenden Maschinen (Bd. 1, S. 441 bis 447), verfolgte man die Lösung der Aufgabe nach zwei verschiedenen Richtungen, nämlich unter Anwendung von zwei über einander gleitenden Schiebern und unter Benutzung eines einzigen Schiebers.

Um die Construction veränderlicher Expansionsanordnungen mit zwei Schiebern machten sich namentlieh verdient die Franzosen Imbert, Farcot, Lagavriau, Clapeyron und J. J. Meyer [2], sodann A. Borsig in Berlin, ferner die Engländer Nasmyth, Hawthorn, Edwards, Bodmer u. A., während sich um Constructionen mit nur einem einzigen Schieber namentlich die Engländer Gray, Dodd und Cabry bemühten [3].

Von der ersten Gattung hatten die Mechanismen von Bodmer [4] und J. J. Meyer [5] getrennte Expansionsschieber mit linker und rechter Schraubenstellung (die Meyer'sche abgebildet Bd. 1, S. 446) besonderen Erfolg, während die Anordnungen mit einem Schieber sämmtlich nicht eher befriedigten, bis William in Newcastle 1842 auf den Gedanken kam, statt die Excentriksstangen in Gabeln endigen zu lassen, dieselben durch ein geschlitztes Zwischenstück, Coulisse genannt, zu verbinden, in welchem die Schieberstange auf und nieder bewegt werden konnte. Zur grössten Vollkommenheit brachten indess diese Coulissensteuerung erst im folgenden Jahre 1843 Howe und Robert Stephenson, in welcher Gestalt sie heute noch die verbreitetste aller Expansionssteuerungen ist [6]. Mit Recht wird die Einführung

1) Ausführlich in Clark's „Railway-Machinery", S. 22 u. 23.

2) Bulletin d'encouragement etc. 1846 (45. année), S. 105 u. 165. Ein beachtenswerther Artikel mit der Ueberschrift: „Notices sur les détentes de vapeur appliquées aux machines fixes et aux locomotives."

3) Clark a. a. O. S. 26 u. 27.

4) Clark a. a. O., S. 28, datirt die Anwendung der „right and left hand screw for adjusting the expansion valve" vom Jahre 1841, wo Bodmer ein betreffendes englisches Patent nahm.

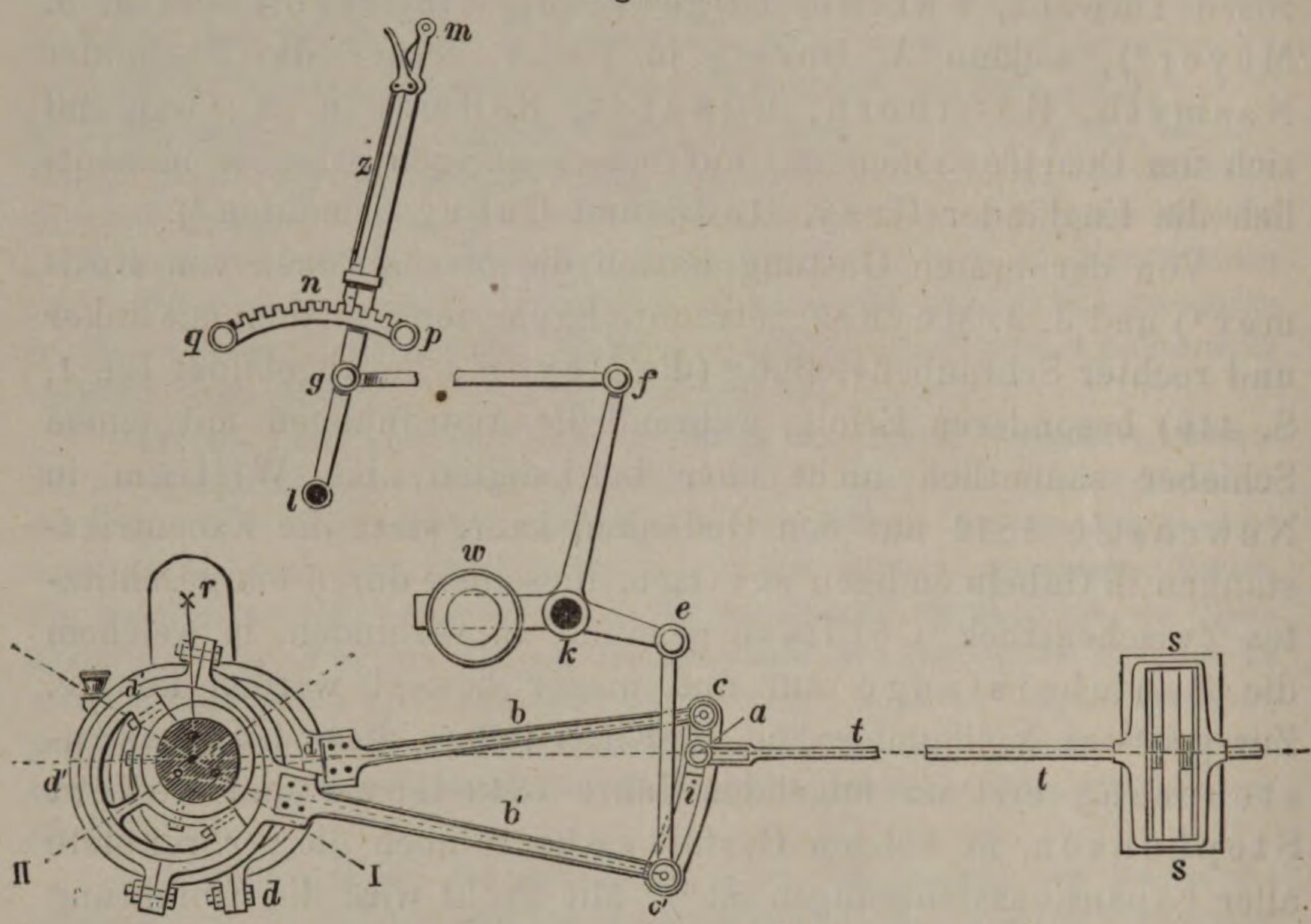
5) J. J. Meyer's französisches Brevet wurde am 23. April 1842 ertheilt. Ueber Meyer's „Détente variable" für Locomotiven sehe man den bereits citirten Aufsatz im Jahrgange 1846 (45. année) des Bulletin d'encouragement etc., S. 165.

6) Aus dieser Zeit (vom 19. October 1843, Patentertheilung in Preussen) da-

der Stephenson'schen Coulisse als ein ebenso wichtiger Abschnitt in der Geschichte der Locomotiven bezeichnet, als seiner Zeit die Anwendung des Blasrohres und des Röhrenkessels.

Fig. 215 u. 216 stellen zusammengehörige Skizzen der Stephenson'schen Coulissensteuerung dar, wobei vorerst kaum (in Vergleich mit der Sharp-Robert'schen Gabelsteuerung Fig. 212) zu bemerken erforderlich sein wird, dass man die beiden Excentriks, nämlich *d* für die Vorwärts- und d^1 für die Rückwärtsfahrt der Maschine, auf der Welle *o* des Krummzapfens *r* unverrückbar festgekeilt hat, während die Enden der zugehörigen Excentriksstangen *b* und b^1 gelenkartig mit der bereits erwähnten, nach einem Kreisbogen gekrümmten Coulisse cc^1 verbunden sind.

Fig. 215.

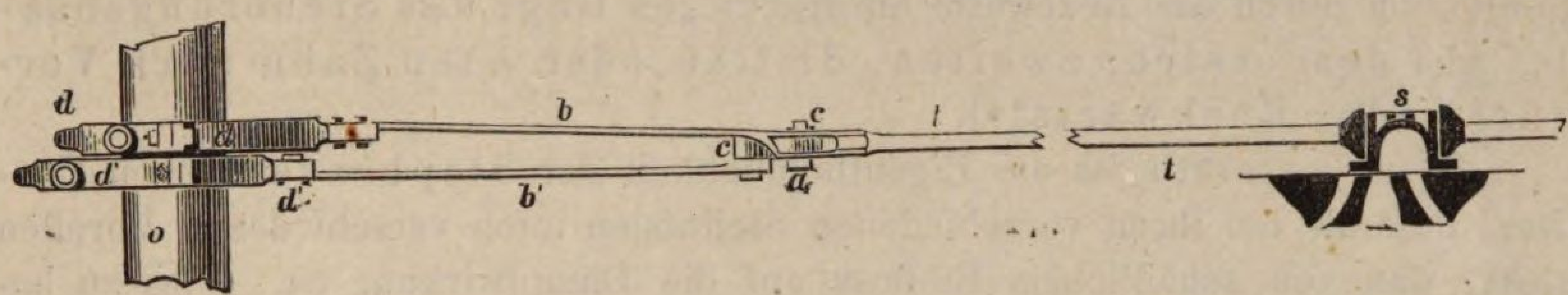


Anfänglich bildete man die Coulisse aus zwei concentrischen Schienen, wovon jede einen ⊓-förmigen Querschnitt hatte (Taschencoulisse genannt), während man sie bald nachher (der leichteren Herstellung wegen) aus zwei Bügeln (als offene Coulisse) herstellte, wie solche unsere Abbildung ohne

tirt auch die erwähnte A. Borsig'sche Coulissensteuerung mit zwei Schiebern. Vorzüglich schöne Abbildungen dieser Steuerung finden sich in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen, 25. Jahrgang (1846), Tafel 8. Im Sinne der Zeuner'schen Schieberdiagramme wird Borsig's Doppelschieber-Steuerung behandelt in einem Aufsatze des Heusinger'schen Organs für Eisenbahnkunde, Bd. 13, S. 241.

Weiteres erkennen lässt. Zwischen den beiden bogenförmigen Theilen der Coulisse hat man Raum für einen prismatischen Klotz oder Gleitbacken *a* gelassen, der scharnierartig mit dem einen Ende der Schieberstange *t* verbunden ist, wobei beiläufig noch auf den Umstand aufmerksam gemacht werden mag, dass von hier ab Stephenson vertical gestellte oder wenig geneigte Dampfvertheilungsschieber *s*, statt der sonst horizontalen, bei seinen Locomotiven einführte.

Fig. 216.



Mittelst einer Stange $c_1 e$ ist die Coulisse am unteren Ende c_1 (zuweilen auch in der Mitte) an dem Winkelhebel *fke* mit *k* als Drehpunkt aufgehangen und dieser Hebel mit dem sogenannten Steuer- oder Reversirhebel *lm* (reversing lever), auch Steuerungshändel genannt, durch die Zugstange (Reversirstange) *fg* derartig in Verbindung gebracht, dass der Maschinenführer, bei *m* anfassend, die Coulisse cc^1 über den Gleitbacken *a* wegschieben und den Umständen gemäss heben und senken kann, welche Bewegung übrigens noch durch ein über die Verlängerung von *ek* geschobenes Gegengewicht *w* erleichtert wird. Der Steuerhebel verschiebt sich dabei zwischen zwei mit Kerben oder Zähnen versehenen Bogenstücken *pq*, an welchen er vermittelst eines Federriegels *Z* in irgend einer Position festgestellt werden kann.

Durch das Heben oder Senken der Coulisse wird der in verticaler Lage unverrückbare Gleitbacken *a* dem einen oder anderen Ende der Coulisse näher gebracht und damit zugleich der in horizontaler Richtung mögliche Weg des Gleitbackens und weiter des Dampfschiebers immer grösser. Verschiebt man die Coulisse so, dass der Gleitbacken *m* genau in die Mitte *i* der Bogenöffnung cc_1 zu liegen kommt, so hebt sich der Einfluss beider Excentriksstangen derartig auf, dass der Gleitbacken und mithin der Schieber nur eine sehr kleine und zwar durchaus unzureichende Bewegung macht und so sehr wenig Dampf ein- und ausgelassen wird, dass die Dampfvertheilung und somit auch die gesetzmässige Hin- und Herbewegung des Kolbens, durch den Dampfdruck ganz aufhört.

In letzterem Umstande liegt der Grund, weshalb man den Mittelpunkt *i* der Coulisse den todten Punkt nennt.

Je näher man andererseits den Angriffspunkt der einen oder anderen Excentriksstange dem Gleitbacken bringt, um so mehr folgt dieser der Bewegung des betreffenden Excentriks. Da nun beide Excentriks (wie schon S. 281 bei der Sharp'schen Gabelsteuerung hervorgehoben wurde) um 180 Grad weniger dem doppelten Voreilungswinkel (d. i. um den Winkel *1 O II*) gegen einander versetzt sind, die eine Excentriksstange also nach vorwärts schiebt, während die andere rückwärts geht, so nimmt der Gleitbacken *i* und mit ihm

der Schieber *s* offenbar die entgegengesetzte Bewegung an, sobald man die Coulisse aus der einen extremen Lage in die andere bringt.

Hieraus erklärt sich ohne Weiteres, weshalb die Maschine vorwärts läuft, wenn man die Coulisse so weit hebt, dass ein Punkt derselben, über den todten Punkt *i*, die Führung des Gleitbackens *a* übernimmt, dagegen das Rückwärtsfahren erfolgt, wenn ein Punkt unterhalb des todten Punktes *i* den Backen *a* führt. In Bezug auf den Steuerbogen *pq* bemerkt man leicht, dass der Dampfzutritt um so länger stattfindet (die Admission um so grösser ist), je weiter der Reversionshebel *lm* von der Mitte *n* des Bogens *pq* entfernt ist, was man gewöhnlich durch die Redeweise ausdrückt „es liegt das Steuerungshändel auf dem ersten, zweiten, dritten oder *n*ten Zahn nach Vorwärts oder Rückwärts“ [1]).

Bemerkenswerth ist die Eigenthümlichkeit der Stephenson'schen Coulisse, dass sie bei ihren verschiedenen Stellungen auch verschiedenes Voreilen giebt, was von schädlichem Einfluss auf die Dampfwirkung ist. Dies zu beseitigen und ganz besonders den verticalen Raum für die Bewegung der Coulisse unter dem Kessel zu ersparen, änderte bereits 1843 Gooch, der Maschinenmeister der Great-Western-Bahn, die Coulisse dahin ab, dass sie eine sogenannte feste Coulisse (Stationary Link-Motion) bildete, im Gegensatze zur Stephenson'schen, welche man nun die bewegliche oder schwebende Coulisse (Shifting Link-Motion) nannte, wobei ein bewegliches Verbindungsglied der Schieberstange zur Einstellung für die verschiedenen Weglängen der Coulisse benutzt wird.

Fig. 217 wird dazu dienen, die Gooch-Coulisse verständlich zu machen.

Mit cc_1 ist wieder die Coulisse bezeichnet, die der Krummzapfenachse *o* ihre convexe Seite zukehrt (ein einfaches Unterscheidungsmittel von der Stephenson'schen Coulisse, welche derselben Achse die concave Seite zuwendet),

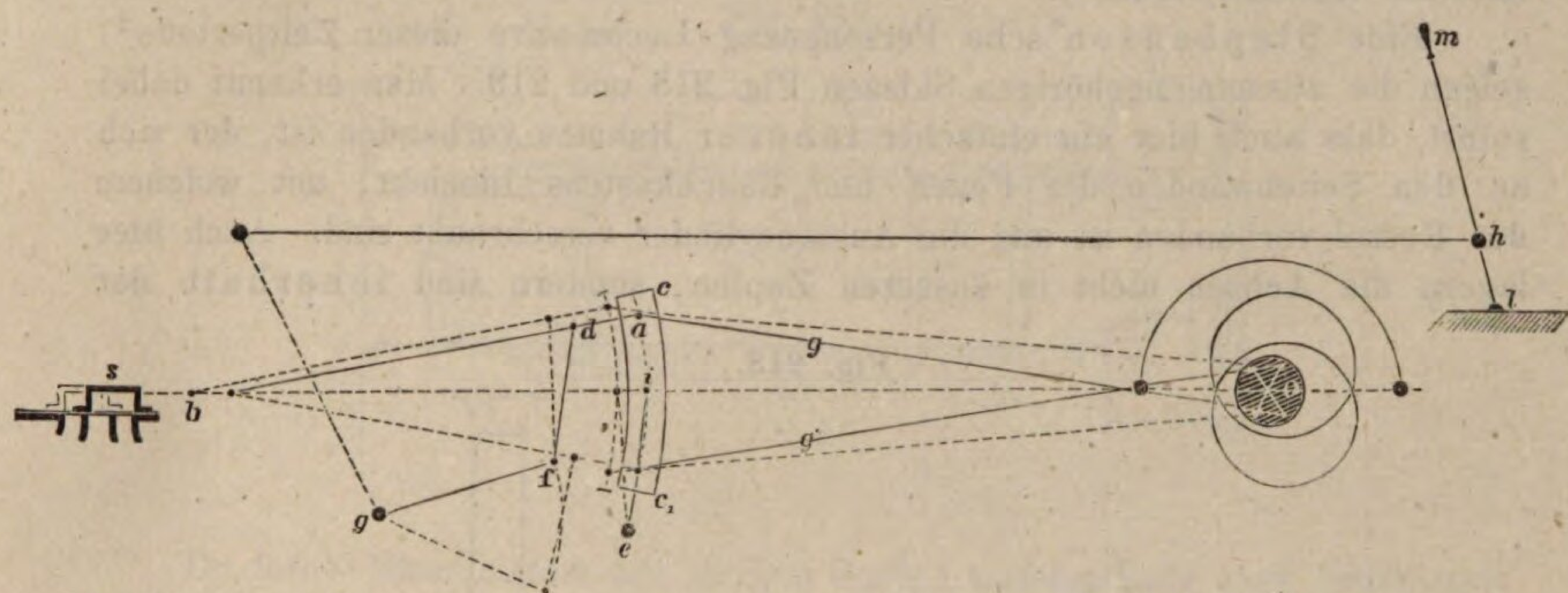
1) Ohne hier auf Constructionsregeln der Coulissensteuerungen einzugehen, in welcher Beziehung auf Welkner's „Locomotive“ und besonders auf Zeuner's Buch „die Schiebersteuerungen“, ferner auf die bereits wiederholt citirten Werke Lechatelier's, Clark's, Colburn's u. A. verwiesen werden muss, theilen wir hier eine Messung Welkner's (S. 29 a. a. O.) an der hannoverschen Maschine Nr. 100 mit, welche die Wirkung verschiedener Coulissenstellungen erläutert:

Zahnnummer von der Mitte des Gradbogens aus für vorwärts gerechnet.	1	2	3	4	5	6	7	8
Schieberhub in Zollen	$1^3/_4$	$1^7/_8$	2	$2^1/_4$	$2^1/_2$	$2^3/_4$	3	$3^1/_4$
Dampfadmission in Procenten des Kolbenschubes	32	41	49	59	66	71	75	79

Der grösste Schieberhub betrug $3^1/_4$ Zoll, die äussere Ueberdeckung $^{11}/_{16}$ Zoll, das lineare Voreilen $^3/_{16}$ Zoll, die Aussencylinder hatten 15 Zoll Durchmesser und 24 Zoll Hub, jedes der vier gekuppelten Triebräder hatte 5 Fuss Durchmesser u. s. w. (a. a. O. S. 40).

die nicht gehoben und gesenkt werden kann, sondern in ihrem todten Punkte i an einer Stange ie aufgehangen ist, welche um e als Drehpunkt oscillirt. g, g^1 sind, wie bei Stephenson, die beiden Stangen beziehungsweise der Excentriks für das Vor- und Rückwärtsfahren. Auch hier lässt sich in der Coulisse cc_1 der Gleitbacken a auf- und abschieben, wozu das bereits vorher erwähnte Glied ab, zwischen Schieberstange s und dem Coulissenbacken a eingeschaltet ist. Zum Heben und Senken der Stange ab dient ein Hängeglied df, welches mit dem um g drehbaren Arme und weiter mit dem Reversionshebel mhl in Verbindung gesetzt ist.

Fig. 217.



Bei dieser Coulissensteuerung ist allerdings das Voreilen für alle Expansionsgrade constant, indessen fehlt ihr vor Allem die Einfachheit und Solidität der Stephenson'schen Coulisse, so dass letztere ihr gewöhnlich vorgezogen wird.

Im Anfange der vierziger Jahre beginnt auch der Streit über die Frage, ob Locomotiven mit innen oder aussen liegenden Dampfcylindern der Vorzug zu geben ist[1]). Für erstere, deren Cylinder nicht so weit nach vorn und auch näher beisammen liegen, sprach der ruhigere, sicherere Gang, ferner, dass sie kleinere Gegengewichte zur Ausbalancirung der Bewegungs-Mechanismus-Massen erfordern, dass die in den Rauchkammern liegenden Dampfcylinder besser gegen Abkühlung geschützt sind und dass Cylinder und dazu gehörige Maschinentheile nicht so exponirt liegen, wenn sich Unfälle ereignen, wie Entgleisen, Anstossen, Umstürzen u. s. w. der Locomotive.

Für die Maschinen mit Aussencylinder sprach dagegen der Vortheil, keine gekröpfte Achsen zu bedürfen, welche kostspieliger und minder widerstandsfähig wie gerade Achsen sind[2]), dass die

1) Heusinger's Organ u. s. w., Jahrgang 1848, S. 141.

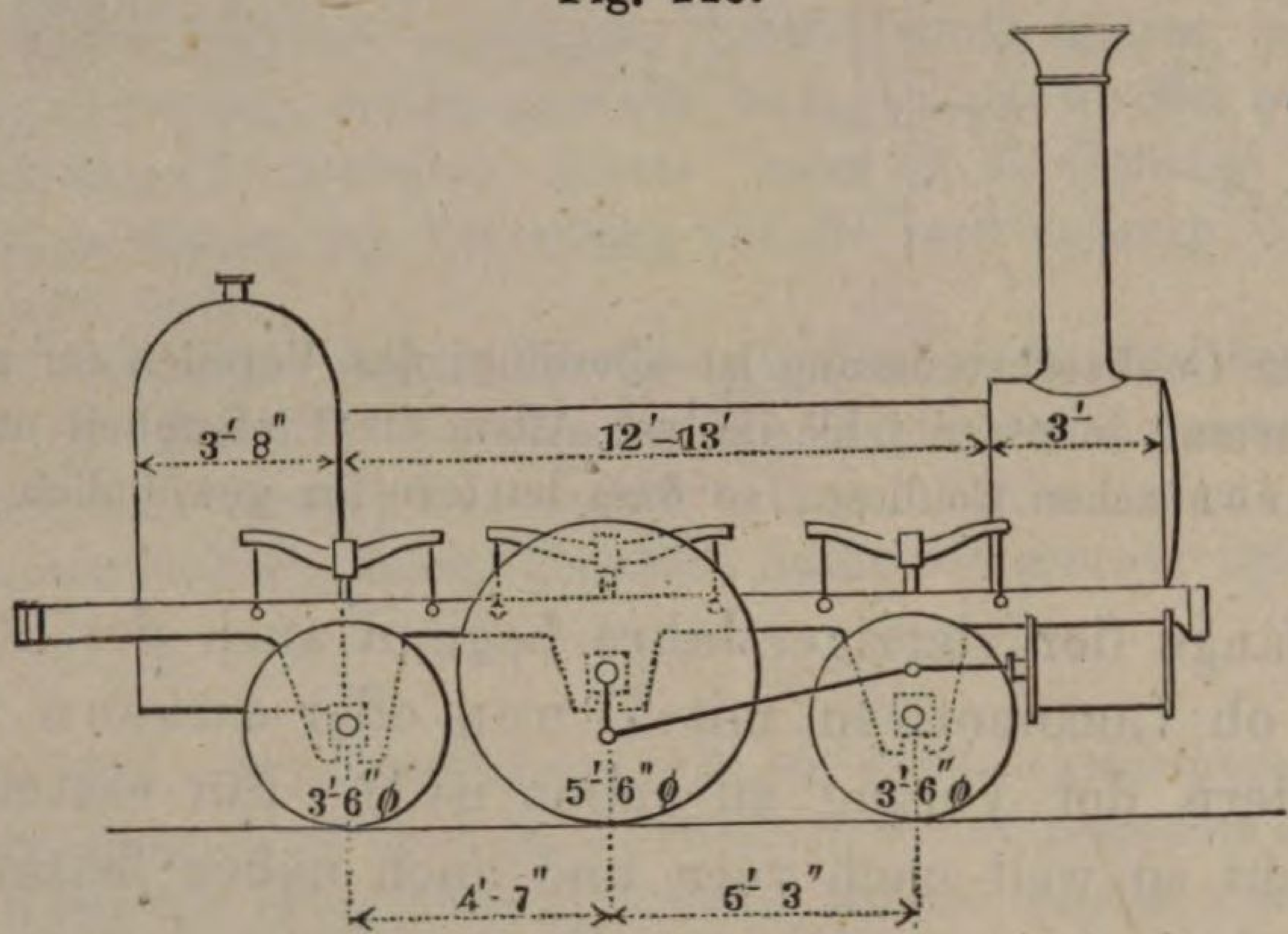
2) Man sehe deshalb einen Aufsatz des Verfassers „Ueber die Fabrikation gekröpfter Locomotivachsen" im polytechn. Centralblatte 1843, S. 438.

hauptsächlichsten Theile der Maschine, selbst während der Fahrt, leicht übersehen und etwaige Reparaturen schneller und bequemer vorgenommen werden können, dass der Kessel niedriger über den Rädern liegen kann wie bei Innencylindern wegen des für die Krummzapfen erforderlichen Raumes u. s. w.

Völlige Einigkeit wurde über die Beantwortung der Frage nicht erlangt (und ist auch gegenwärtig noch nicht erreicht), indess entschied man sich in England fast ausschliesslich für das System der Innencylinder und in Deutschland für Aussencylinder [1]).

Eine Stephenson'sche Personenzug-Locomotive dieser Zeitperiode [2]) zeigen die zusammengehörigen Skizzen Fig. 218 und 219. Man erkennt dabei sofort, dass auch hier ein einfacher innerer Rahmen vorhanden ist, der sich an den Seitenwänden des Feuer- und Rauchkastens hinzieht, mit welchem der Kessel verbunden ist und die Aussencylinder verschraubt sind. Auch hier lagern die Achsen nicht in äusseren Zapfen, sondern sind innerhalb der

Fig. 218.



Räder mit Achsbüchsen versehen. Wie bereits hervorgehoben, ist die Triebachse (der Mittelräder) ohne Kröpfung, durchaus gerade, indem die erforderlichen Kurbeln ausserhalb durch Einsetzung von Warzen in die erweiterten Radnaben gebildet sind.

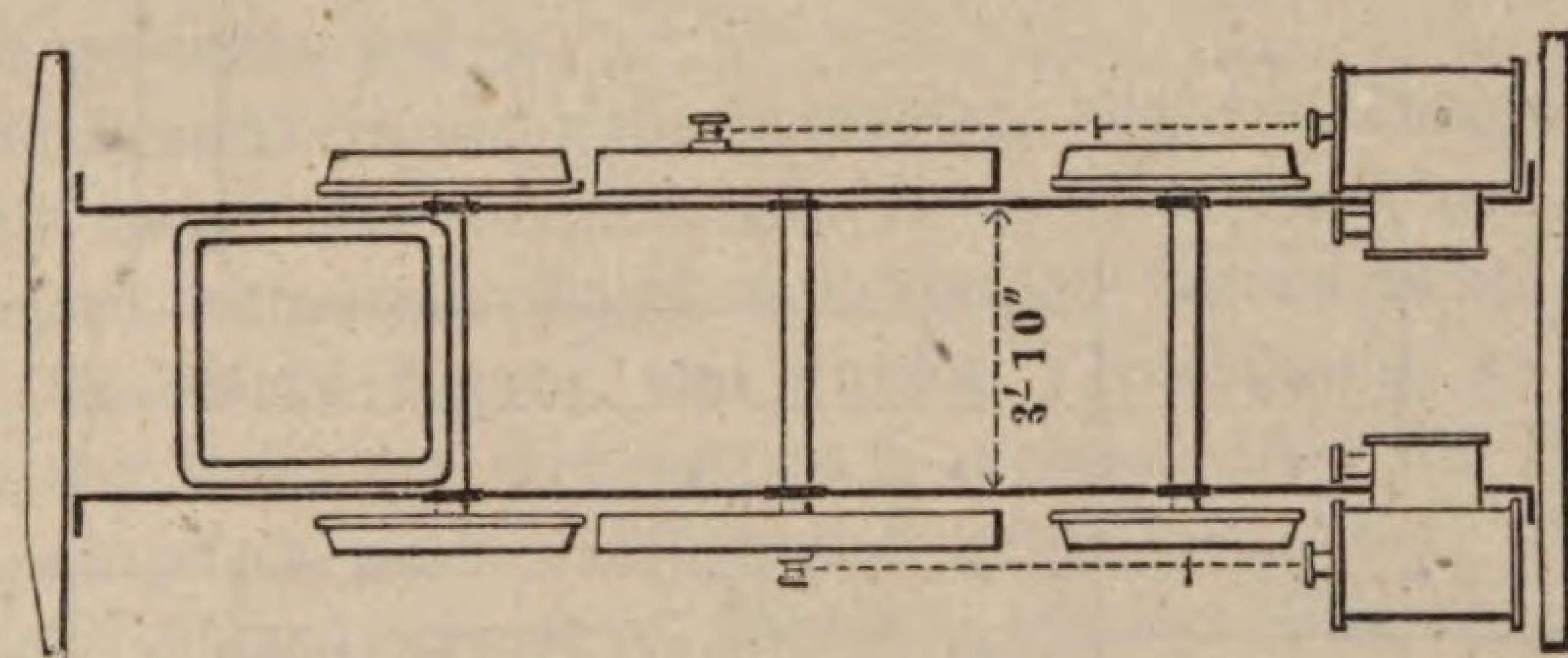
Gegen die Disposition dieser Gattung Stephenson'scher Personenloco-

1) Tellkampf, Ueber die Locomotiven und Wagen der englischen Eisenbahnen bis zum Jahre 1851, Notizblatt des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 2, S. 165 u. s. w. — Welkner, Ueber Locomotiven- u. s. w. Bau und Reparatur in England, ebendaselbst S. 205.

2) Perdonnet in seinem Traité élém. des chemins de fer (Tome III, p. 82) datirt diese Stephenson'sche Locomotivgattung aus dem Jahre 1845, ebenso Lechatelier im Guide du Mécanicien-Constructeur, Ausgabe von 1859, Pl. 51.

motiven hat man nicht ohne Grund erhebliche Einwendungen erhoben, ja sie sogar als ganz unbrauchbar bezeichnet[1]). In der Praxis zeigten sich indess nicht alle gegen dies System erhobenen Bedenken so schädlich und nachtheilig, wie man prophezeite, wenn auch ein bedeutendes Schwanken der Maschinen, namentlich bei schnellen Fahrten (und bei unrichtigen oder ganz weggelassenen Gegengewichten) nicht zu vermeiden war. Dagegen hielt man die verhältnissmässig geringe Radbasis (den kurzen Achsstand) von 9 bis 11 Fuss für alle Eisenbahnen mit scharfen Curven derartig vortheilhaft, dass alle gerügten Fehler für zurückstehend betrachtet wurden.

Fig. 219.

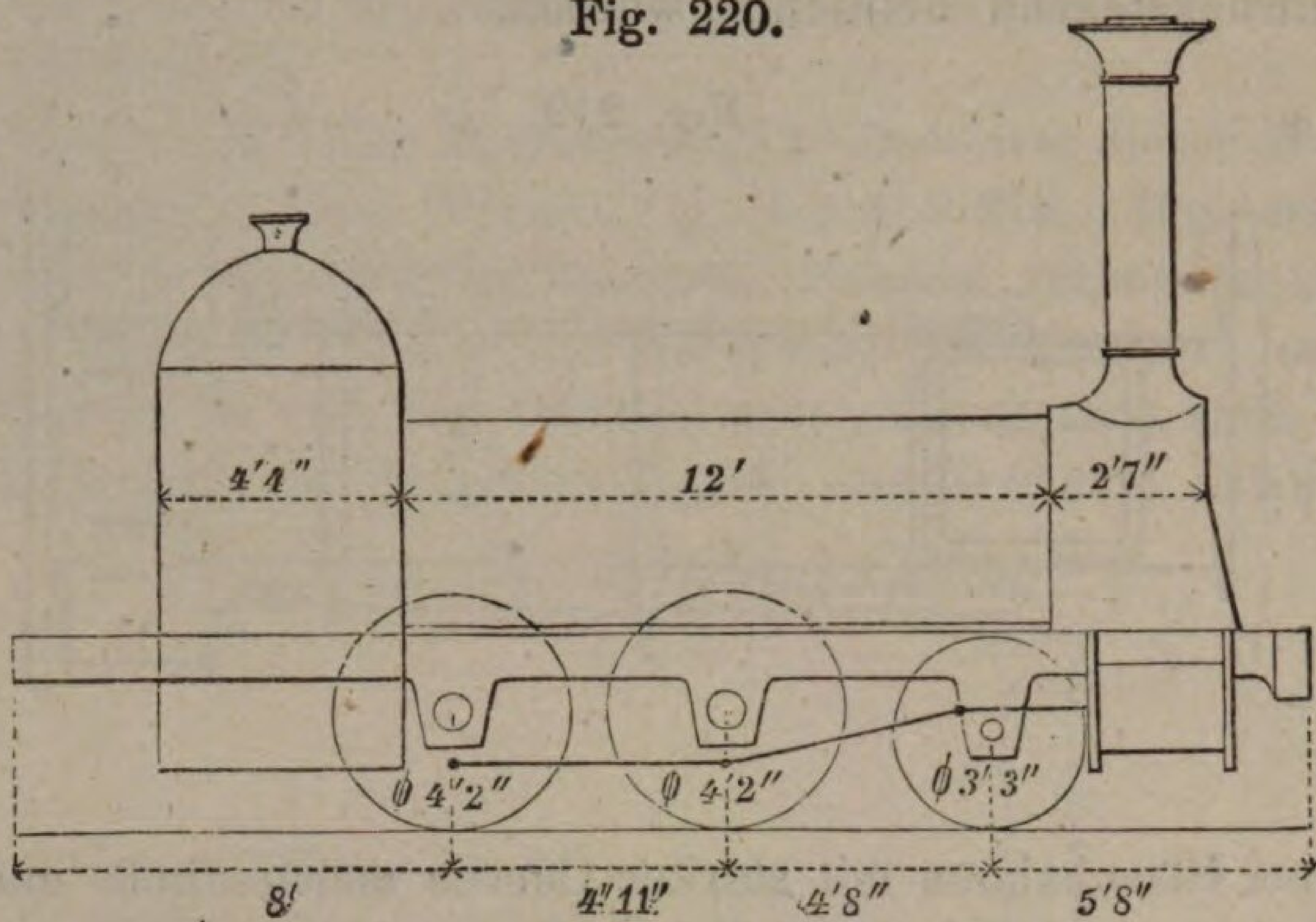


Da ferner Eisenbahnen mit starken Curven meistentheils auch bedeutende Steigungen haben, und daher die Triebräder verhältnissmässig viel Adhäsionsgewicht bedürfen, so ordnete Stephenson die Locomotive für Güter- und sogenannte gemischte Züge so an, wie Fig. 220 erkennen lässt, d. h. er behielt

1) Am schärfsten hat sich seiner Zeit Redtenbacher in seinem Werke „Die Gesetze des Locomotivbaues“, S. 178, gegen derartige Maschinen ausgesprochen, so dass es nicht unangemessen sein wird, die betreffenden Aeusserungen eines Mannes wörtlich hier abzudrucken, dem der rationelle Maschinenbau im Allgemeinen so sehr viel verdankt. Es heisst an der citirten Stelle: „An dieser Locomotive ist keine der Bedingungen erfüllt, die man als Merkmale einer guten Construction aufstellen muss. Die Schubstangen haben eine geringe Länge, die Cylinder liegen zu weit vorn, die mittlere Position der Gleitstücke fällt um ein Beträchtliches vor den Schwerpunkt des Baues. Durch die äussere Lage der Cylinder sind sie zu weit von einander entfernt, verursachen also Wanken (d. h. der ganze Bau pendelt um eine durch seinen Schwerpunkt gehende Längenachse hin und her). Die Triebräder sind in der Mitte und sollten hinten sein. Die Radstellung ist eine zu enge, weil sich alle Achsen zwischen dem Feuerkasten und der Rauchkammer befinden. Der Schwerpunkt liegt hoch, insbesondere über den Achsen der Tragräder. Es sind innere Rahmen vorhanden, die Federn sind daher zu nahe neben einander.“ Leider ist dem wackeren Redtenbacher die Theorie der Locomotiven überhaupt nicht so gelungen, wie es die Wichtigkeit des Gegenstandes hätte wünschen lassen. An sehr vielen (und zwar den wichtigsten) Stellen befindet sich diese Theorie im völligen Widerspruche mit den Erfahrungen! Man sehe hierüber u. A. Zech's Kritik des Redtenbacher'schen Locomotivwerkes in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, neunter Jahrgang, 1857, S. 97.

die Disposition bei, dass alle Achsen zwischen Feuer- und Rauchkiste zu liegen kamen, gab jedoch den hinteren Rädern gleiche Grösse und verband sie zum gemeinsamen Aufgriffe durch Kuppelstangen. Es dürfte anzunehmen sein, dass bis zur Gegenwart Tausende von Locomotiven dieses Systemes ausgeführt und mit Erfolg verwandt wurden, beispielsweise Fig. 220 auch bei den hannoverschen Eisenbahnen, wo man zugleich den Kessel verlängerte, über $13\frac{1}{2}$ Fuss lang machte und dessenungeachtet keinen grösseren Achsstand als $11\frac{1}{2}$ Fuss zu nehmen gezwungen war.

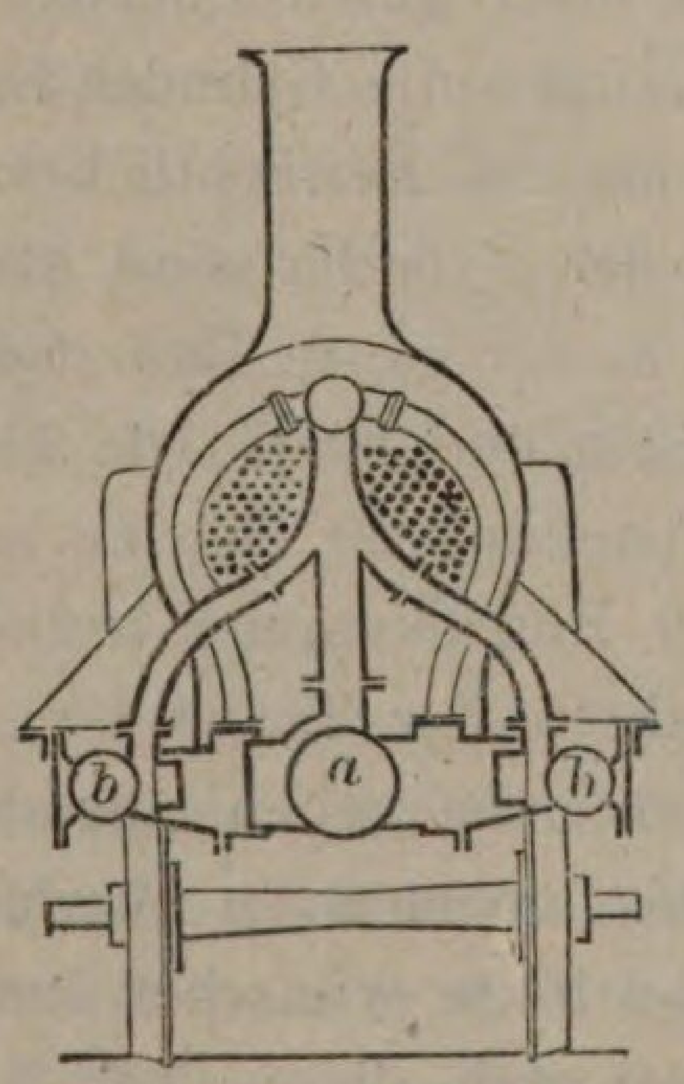
Fig. 220.



Zu den Merkwürdigkeiten gehörte Stephenson's Locomotive mit drei horizontal liegenden Cylindern, Fig. 221, welche er sich 1846 patentiren liess [1]).

Dem Mittelcylinder *a* hatte man das doppelte Volumen von einem der kleinen Cylinder *b* gegeben, so dass jeder der letzteren den halben Fassungsraum des grossen Cylinders besass. Ferner waren die den beiden kleinen Cylindern angehörigen Krummzapfen in dieselbe Richtung gebracht, dagegen der Krummzapfen des grossen Mittelcylinders so gestellt, dass sein Halbmesser mit den beiden anderen einen rechten Winkel bildete.

Fig. 221.



Die Vortheile dieser Anordnung sind einleuchtend, wenn man beachtet, dass, bei nur zwei Cylindern mit unter rechten Winkeln gestellten Krummzapfen, die Drücke der im Allgemeinen schief gerichteten Lenkstangen gegen die Führungen oder Lineale, zwischen welchen die Gleitklötze der Kreuzköpfe laufen, zu beiden Seiten der Maschine an Grösse und Richtung verschieden sind. Hierdurch wird aber namentlich das bereits vorher erwähnte Wanken der Locomotive (oder die Drehung um eine durch den Schwerpunkt des Baues gehende Längenachse) bewirkt, welches störende Bewegungen der Locomotive veranlasst und sowohl die Zugkraft vermindert, als auch die Abnutzung vermehrt.

Bei der Anordnung Fig. 221 wirkt die schiefe Lage der Schubstangen gegen die Führungen der Aussencylinder stets gleichmässig und nach übereinstimmenden Richtungen zu

1) Patent Specification Nr. 11086, vom 10. August 1846. Dies letzte auf

beiden Seiten der Maschinenlängenachse, während die in der Mitte arbeitende Maschine diejenigen Kraftausgleichungen übernimmt, um derentwillen man überhaupt zwei unter rechten Winkeln stehende Krummzapfen bei allen Locomotiven anordnete [1]).

Rechnet man hierzu den wenigstens möglichen Vortheil, eine Expansionswirkung des Dampfes nach Woolf's System (Bd. 1, S. 425) in Anwendung bringen zu können, indem man beispielsweise den frischen Dampf nur in die kleinen Cylinder treten lässt und den grossen Cylinder mit dem Dampfe speist, welcher nach der Arbeit die kleinen Cylinder verlässt, so muss man Summa Summarum nur bedauern, dass dies Drei-Cylinder-System wegen der damit verbundenen Complication der Construction eine eigentliche Anwendung in der Praxis nicht gefunden hat [2]).

Die von Praktikern nicht abgeleugneten, aber von Theoretikern übertrieben geschilderten Uebel der dreiachsigen Stephenson'schen Locomotiven mit Aussencylindern traten allerdings, naturgemäss, besonders bei für Schnellfahrten bestimmten Maschinen hervor und wurden Veranlassung zu einer Anordnung, welche sich der Ingenieur Crampton in London 1846 für England patentiren liess [3]). Crampton hatte nämlich den guten Gedanken, die Triebräder der Stephenson'schen Locomotive, Fig. 201, von der Mitte wegzunehmen, hinter die Feuerbüchse zu legen und gleichzeitig ihren Durchmesser beträchtlich zu vergrössern. Hierdurch wurde vor Allem möglich, den Schwerpunkt des ganzen Oberbaues erheblich tiefer zu legen, damit den Stabilitätsbedingungen der Bewegung entsprochen und gleichzeitig ein rascherer Fortlauf erreicht. Diese Verbesserungen hatten mehrere andere im Gefolge, wohin namentlich der

Locomotiven von Stephenson genommene Patent lautete auf Georg Stephenson, of Tapton House, Chesterfield, in the County of Derby, Engineers, and William Howe, of Newcastle-upon-Tyne, in the County of Northumberland, Mechanic.

1) Namentlich bei jeder Stellung der Krummzapfen mit der Maschine ohne anderweite Nachhülfe vom Platze fahren zu können und eine gleichförmigere Bewegung herbeizuführen.

2) Ausführlicher (nächst der citirten Patent-Specification) über diese Stephenson'schen dreicylindrigen Locomotiven handelt ein Artikel der Eisenbahnzeitung vom 25. April 1847, S. 135 und ein Aufsatz in Heusinger's Organ Bd. 2, S. 80. An letzterer Stelle wird erwähnt, dass ein Herr von Argenteuil die Priorität der Construction einer dreicylindrigen Locomotive für sich in Anspruch nahm.

3) Crampton's erstes Patent, Nr. 11760, datirt vom 25. Februar 1846. Das zweite Patent, Nr. 11760, von 1847 begreift Locomotiven, wobei die Triebachse in oder über dem Feuerkasten placirt ist, sowie solche mit einer sogenannten Blindachse. Bei letzterer Maschinengattung liegt zwischen den Triebrädern und den Vorderrädern, unmittelbar vor dem Feuerkasten, eine besondere Kurbelachse, jedoch ohne Räder. Diese Achse ist mit vier Krummzapfen, zwei in der Mitte und zwei an den Enden, ausgestattet. Erstere correspondiren mit den beiden Inside-Cylindern, letztere dienen zur Kupplung mit den Triebrädern. Neben anderen Vortheilen wollte man hierdurch den Bruch der gekröpften Achse für die Sicherheit der Maschine unschädlich machen.

grössere Radstand mit schwach belasteter Mittelachse und die grössere Länge der Schubstangen gehört.

Die Skizzen Fig. 222 und 223 lassen die Disposition der Crampton'schen Locomotive erkennen, wobei vor Allem noch auf den Unterschied des Rahmenbaues, gegenüber allen vorher besprochenen Locomotiven, aufmerksam zu machen ist. Die Maschine hat nämlich sowohl einen äusseren Rahmen *c*, als einen inneren Rahmen *f*, die durch die Bufferbalken *d* mit einander verbunden sind und wovon die inneren Rahmen an den Seitenwänden des Feuer- und Rauchkastens liegen. Die Achse der stets über 6 Fuss hohen Triebräder *a*

Fig. 222.

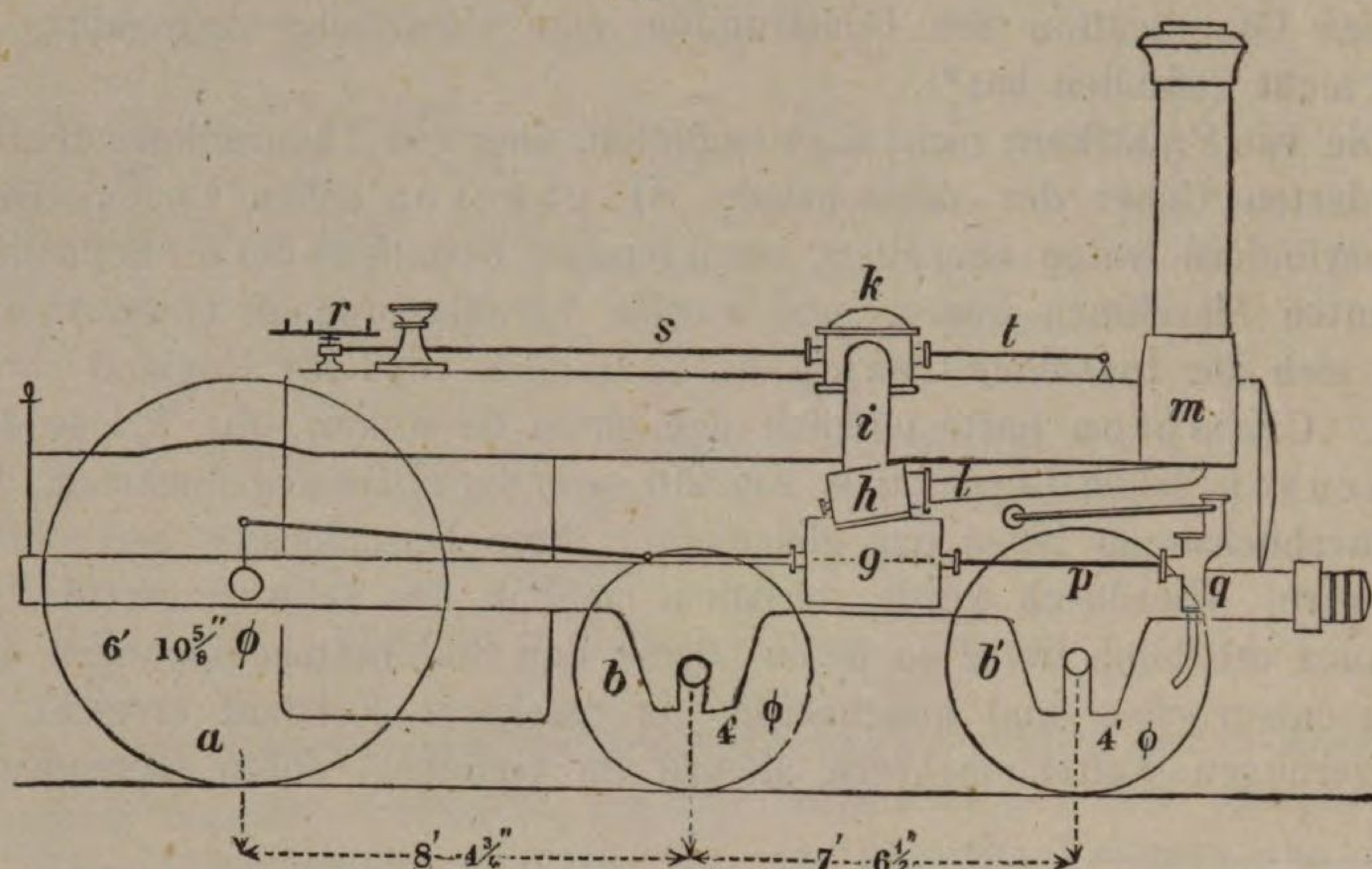
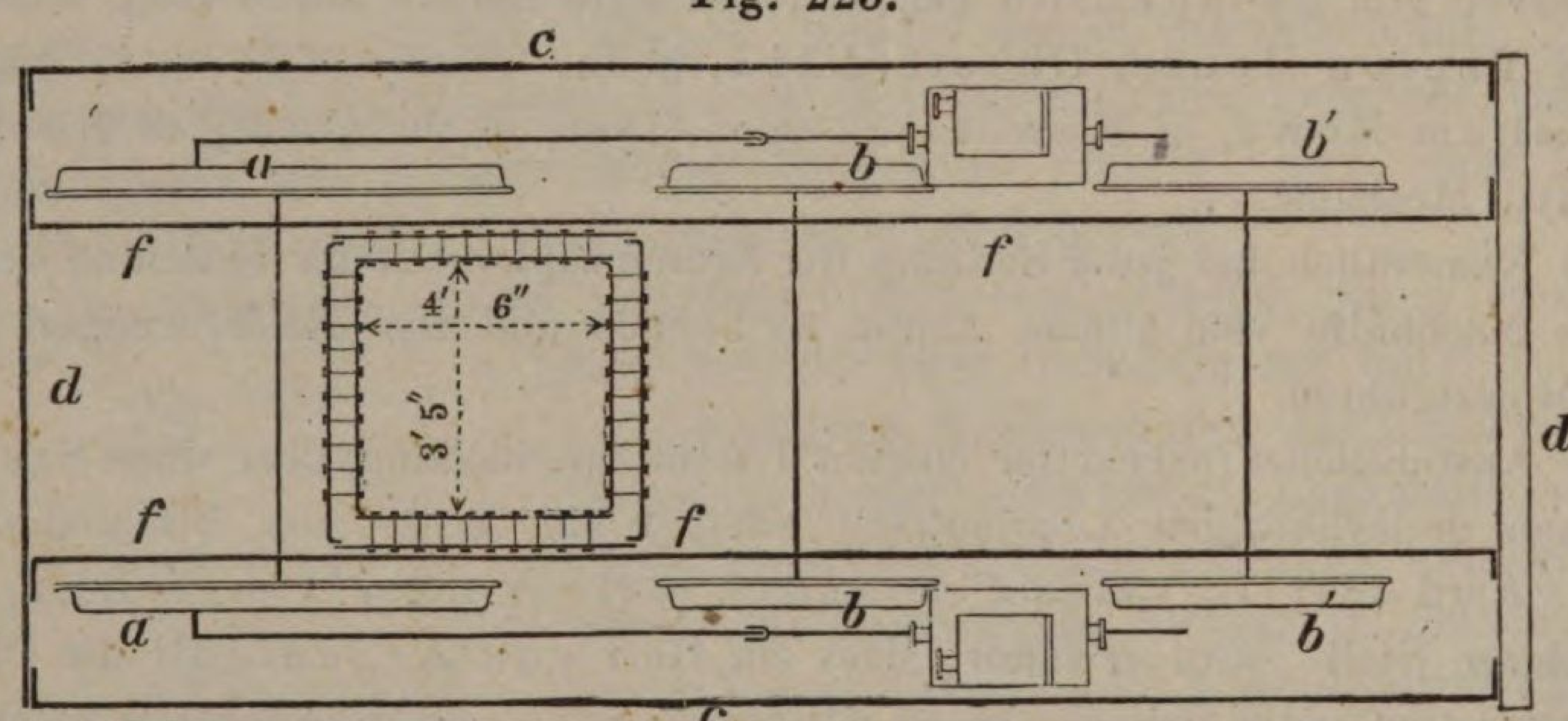


Fig. 223.



liegt unmittelbar hinter dem Feuerkasten, wobei die Achsgabeln nach oben gekehrt sind und wodurch das Ausheben der Räder sehr erleichtert wird. Die Dampfcylinder *g* liegen beinahe in der Mitte des Oberbaues und sind sowohl mit dem inneren als dem äusseren Rahmen verschraubt. Was die sonstigen Theile der Crampton'schen Maschine betrifft, so werde bemerkt, dass der im Kessel gebildete Dampf nicht direct nach dem Dome *k* gelangen kann, sondern (nach einem Vorgange von Hawthorn) [1]), vorher gezwungen wird, durch schlitzförmige

1) Colburn in Locomotive Engine, S. 69 und Patent Specification Nr. 8277 vom Jahre 1839.

Oeffnungen eines Rohres zu gehen, welches sich im oberen Theile (Dampfraume) des Kessels, und zwar in dessen ganzer Längenausdehnung hinzieht, in den Dom *k* mündet und von hier aus dem Dampfe gestattet, durch die nach beiden Seiten abzweigenden Röhren *i* in den Steuerkasten *h* zu treten u. s. w. Röhren *l* führen den aus den Cylindern *g* tretenden Dampf in den Rauchkasten *m*, woselbst sich die Röhren beider Cylinder in dem Blasrohre vereinigen und den gebrauchten Dampf durch die Mündung des letzteren strömen lassen. Der Regulator in dem Dome *k* (zum Verändern oder Absperren des Dampfeintritts) wird vom Maschinenführer durch Umdrehung eines Handrades *r* und mittelst Excentrik, Halsring und Zugstange *s* entsprechend bewegt.

Unsere Skizze ist speciell einer von Derosne und Cail in Paris gegebauten, in Clark's „Railway-Machinery" S. 209 beschriebenen und daselbst Tafel 13 und 14 abgebildeten Crampton'schen Locomotive entnommen, woselbst sich auch vortreffliche Zeichnungen des Rahmenbaues, Details beweglicher und unbeweglicher Theile vorfinden [1]).

Wohl die kolossalste aller je gebauten Locomotiven des Crampton'schen Systems lief von 1848 ab auf der London- und North-Western-Eisenbahn [2]). Diese „Liverpool" genannte Maschine hatte Triebräder von 8 Fuss Durchmesser, 2260 Quadratfuss Heizfläche und wog 35 Tonnen im arbeitenden Zustande. Man rechnete, dass sie 180 Tonnen mit 50 Meilen Geschwindigkeit fortschaffte, was einer Leistung von $(180 + 35) . 50 = 10750$ Meilen-Tonnen entsprochen haben würde [3]).

Ungeachtet aller gerühmten guten Eigenschaften der Crampton'schen Locomotive geht es ihr wie allen menschlichen Werken, sie ist dennoch mit manchen Nachtheilen behaftet. Hierher gehört, dass sich die Lastvertheilung auf Vorder-, Mittel- und Triebachse nicht vortheilhaft vornehmen lässt. Die Belastung der Triebachse bleibt unter allen Umständen eine beschränkte, so dass man öfter als bei anderen Maschinen zum Sandstreuen seine Zuflucht nehmen muss, um die erforderliche Adhäsion zu erzeugen, wie dies u. A. bei der ersten Stephenson'schen sechsrädrigen Locomotive Fig. 201 u. s. w. der Fall ist. Ferner wirkt die grosse Belastung der Vorderachse, bei schneller Fahrt, nachtheilig auf den Oberbau der Bahn (wenn nicht zwischen den Achsbüchsen

1) Die wesentlichen Dimensionen und Gewichtsverhältnisse unserer abgebildeten Locomotive sind folgende: Cylinderdurchmesser $15^3/_4$ Zoll englisch, Kolbenschub 22 Zoll. Durchmesser der Triebräder 6 Fuss $10^5/_8$ Zoll. Durchmesser der beiden Laufräder 4 Fuss. Radbasis 16 Fuss. Röhrenzahl 177, und zwar 173 von 2 Zoll äusserem Durchmesser und 4 von $1^3/_4$ Zoll Durchmesser. Belastung der Triebradachse $11^1/_2$ Tonnen, der Mittelachse *b* nur 4 Tonnen und der Vorderachse b^1 wieder $11^1/_2$ Tonnen; so dass das Gesammtgewicht 27 Tonnen beträgt.

2) Eine Abbildung der Maschine „Liverpool" findet sich u. A. bei Colburn a. a. O. S. 71, Fig. 84. Ferner in John Weale's Locomotive Engine, Division A, Tenth Paper von 1850.

3) Jeder der beiden Dampfcylinder hatte 18 Zoll Durchmesser, der Kolben 24 Zoll Hub, der 12 Fuss 3 Zoll lange Kessel enthielt 300 Röhren von $2^3/_{16}$ Zoll Durchmesser. Die Feuerkiste hatte 154 Quadratfuss Heizfläche, der Rost hatte $21^1/_2$ Quadratfuss Ausdehnung. Die Radbasis betrug 18 Fuss.

beider Vorderräderrahmen ein Federbalancier eingeschaltet ist), weil hier die grösste Last (in unserem gezeichneten Falle Fig. 222 ruhen beispielsweise $11\frac{1}{2}$ Tons auf der Vorderachse) auf die vorher unbelastete Schiene drückt, was demzufolge mehr stossend und daher zerstörend wirkt. Ausserdem ist man veranlasst, wegen der niedrigen Kessellage, die Rostfläche im Verhältniss zur Verdampfungsfähigkeit des Kessels unangemessen lang zu machen, wenn man das Brennmaterial nicht vor den Sideröhren unzweckmässig aufhäufen will.

Da sich wenigstens einige dieser Uebel durch sorgfältige Anordnung sehr vermindern lassen, die Ruhe des Ganges dieser Maschinen und deren Sicherheit gegen das Umkanten beim Ausgleisen aber unverkennbar grosse Vortheile sind, so führt man noch heute Schnellzüge mit Locomotiven nach Crampton'schem Systeme.

Es dürfte jetzt an der Zeit sein, der Verdienste um ausgezeichnete, mit vorzüglichen Verhältnissen und werthvollen Details ausgestattete Locomotiven des bereits wiederholt erwähnten Maschinenbauetablissements von Sharp und Roberts in Manchester zu gedenken, dessen Maschinen nächst den Stephenson'schen ungetheilte Verwendung und Anerkennung fast in allen Ländern fanden [1]).

Nach der Erbauung einiger eigenthümlich construirten vierrädrigen Locomotiven im Jahre 1833, mit zwei vertical stehenden Cylindern, adoptirten Sharp und Roberts das Stephenson'sche System mit mancherlei Veränderungen und Verbesserungen.

In letzterer Beziehung ist namentlich der veränderte Ort des Domes ihrer Locomotiven (Fig. 224) zu erwähnen, der nicht (wie bei Stephenson Fig. 218) unmittelbar über dem Feuerkasten, sondern in grösster Entfernung von demselben, nahe dem Rauchkasten placirt war, wodurch man den Vortheil erreichte, dass eine geringe Menge (unverdampftes) Wasser in die Dampfcylinder mit übergeführt wurde.

Eigenthümlich war ferner der aussenliegende, in der Mitte gebogene Gestellrahmen, dessen Zweck war, die Achshalter der Laufräder nicht länger als die der Triebräder machen zu müssen und dadurch die Stabilität des Baues zu erhöhen [2]). Dass Roberts zu den Ersten gehörte, welcher die Vortheile

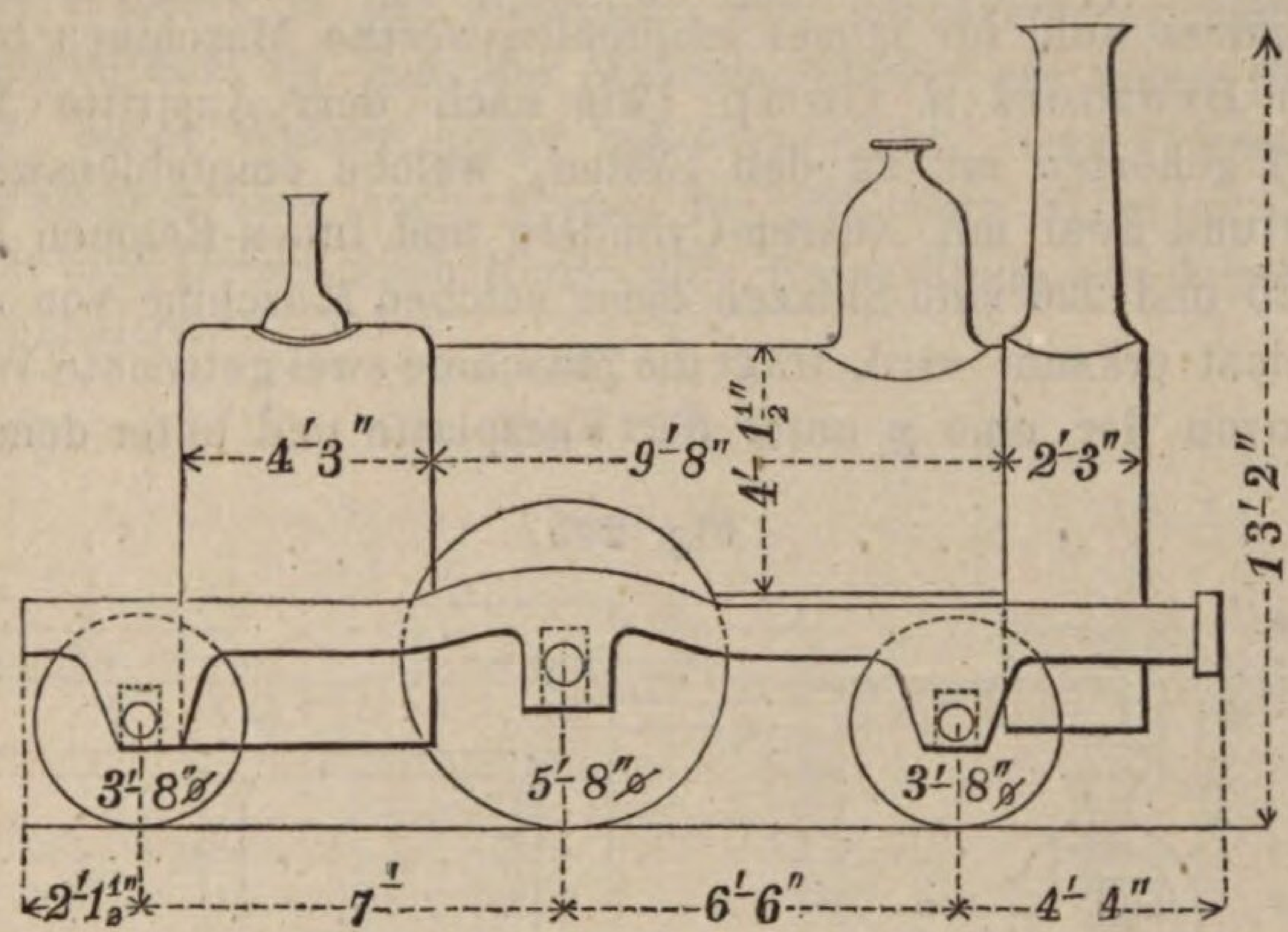
1) Der Verfasser hält es hier für eine doppelte Pflicht, des langjährigen Ingenieurs und nachherigen ersten Constructeurs des Sharp'schen Etablissements im Locomotivfache, Herrn Carl Beyer (jetzt Associé der Firma: Beyer, Peacock u. Comp. in Gorton bei Manchester), als geborenen Deutschen (Plauen im sächsischen Voigtlande) und als solchen zu gedenken, welchem die Sharp'sche Fabrik den grössten Antheil an dem vorzüglichen Rufe zu danken hat, den sie sich zur Zeit ihrer Blüthe (am Ende der vierziger Jahre, vor dem Tode des alten Sharp) zu erfreuen hatte.

2) Diese ersten Sharp-Robert'schen Locomotiven sind in einem vom französischen Ingenieur Mathias in Paris im Jahre 1844 veröffentlichten, mit 12

richtig angeordneter Gegengewichte an den Triebrädern der Locomotiven kannte, werde hier besonders hervorgehoben.

Unsere Skizze Fig. 224 ist, beiläufig gesagt, derjenigen Sharp'schen Locomotivgattung aus dem Jahre 1847 entnommen, von der Colburn S. 68 sagt: „She was for many years the favorite pattern upon English railways“ [1]).

Fig. 224.



Von 1847 an gelangten sogenannte Tender-Locomotiven (Tank engines) in England zu allgemeinerer Verwendung, d. h. solche Maschinen, welche keinen besonderen Munitionswagen erfordern, sondern Wasser und Brennmaterialbedarf in eigenen Behältern, compendiös und zweckmässig vertheilt, unmittelbar mit sich führen. An sich waren Locomotiven dieser Anordnung nicht neu, indem schon Trevithik's Maschinen ihr Wasser und Brennmaterial mit sich führten, Braithwaite's und Ericson's „Novelty“ (S. 262) beim Rainhiller Locomotivkampfe eine Tender-Maschine war, und nachher 1837 Dr. Church in Birmingham die erste Tender-Maschine für die London-Birmingham-Eisenbahn bauen liess, welche das Stephenson'sche Locomotivsystem, Röhrenkessel u. s. w. adoptirt hatte [2]).

Tender-Maschinen haben offenbar den Vortheil, dass sie das sogenannte

Foliotafeln Abbildungen begleiteten Werke ausführlich beschrieben, welches betitelt ist: „Etudes sur les Machines Locomotives de Sharp et Roberts“.

1) Eine hübsche Abbildung in Holzschnitt dieser Sharp'schen Maschine aus dem Jahre 1847 findet sich bei Colburn S. 68, Fig. 80. Vollständige Zeichnungen (drei Blatt) einer neueren mit werthvollen Details (in Holzschnittabbildungen) ausgestatteten Güterzugmaschine mit Inside-Rahmen, sechs gekuppelten Rädern, deren Achsen jedoch sämmtlich (wegen eines 14 Fuss langen Kessels) zwischen Feuer- und Rauchkiste lagen, ferner mit einer sogenannten Wasserkammer in der Feuerkiste u. s. w. finden sich in Clark's Railway-Machinery S. 213 u. s. w.

2) Church's Tender-Locomotive findet sich u. A. abgebildet bei Clark a. a. O. S. 14. Schon im Jahre 1838 soll die braunschweigische Eisenbahnverwaltung zwei Tank-Engines von England bezogen haben. (Bericht über die Londoner internationale Industrie-Ausstellung vom Jahre 1851, Bd. 1, S. 500.)

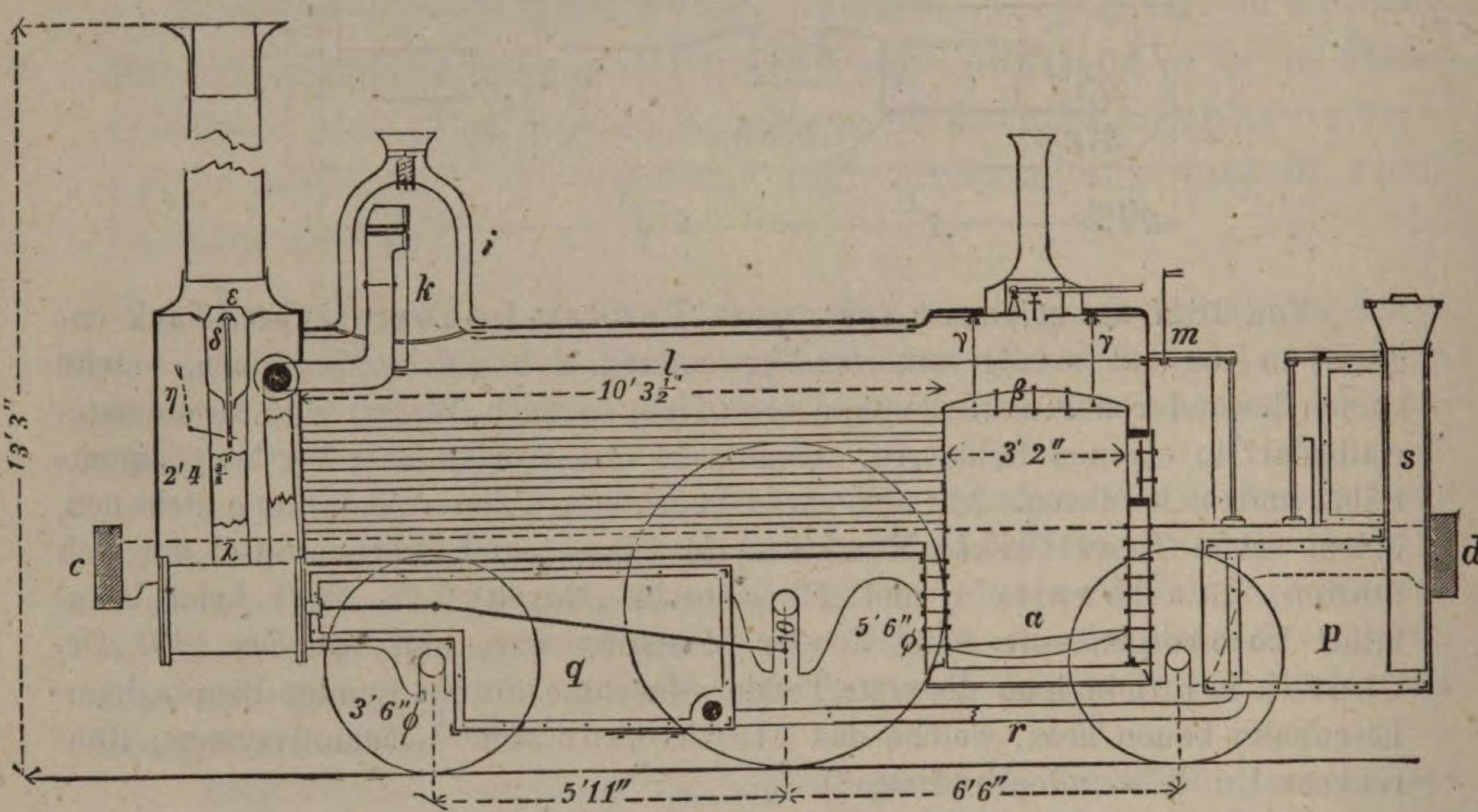
todte Gewicht vermindern, was die Locomotiven mit Extra-Tender zu schleppen haben, dass sie eben so gut vor- wie rückwärts fahren und das Umdrehen mit kleineren Drehscheiben bewirken können (wenn man bei den Maschinen mit Tendern letzteren nicht immer abhängen will). Dagegen ist es als Nachtheil zu bezeichnen, dass bei ihnen die Locomotive veränderlich belastet ist, am Anfange der Fahrt viel, zu Ende wenig. Für kürzere Bahnen (Local- und Zweigbahnen) und für geringere Verkehrsverhältnisse werden sie indess wohl für immer empfehlenswerthe Maschinen bleiben.

Sharp Brothers u. Comp. (wie nach dem Austritte Roberts die Firma hiess) gehörten mit zu den Ersten, welche empfehlenswerthe Tender-Locomotiven und zwar mit Aussen-Cylindern und Innen-Rahmen lieferten.

Fig. 225 und 226 sind Skizzen einer solchen Maschine von Jahre 1847 [1]).

Wie leicht erkannt wird, trägt die Maschine zwei getrennte Wasserbehälter *p* und *q*, wovon der eine *p* unter der Fussplatte und unter dem Feuerkasten

Fig. 225.

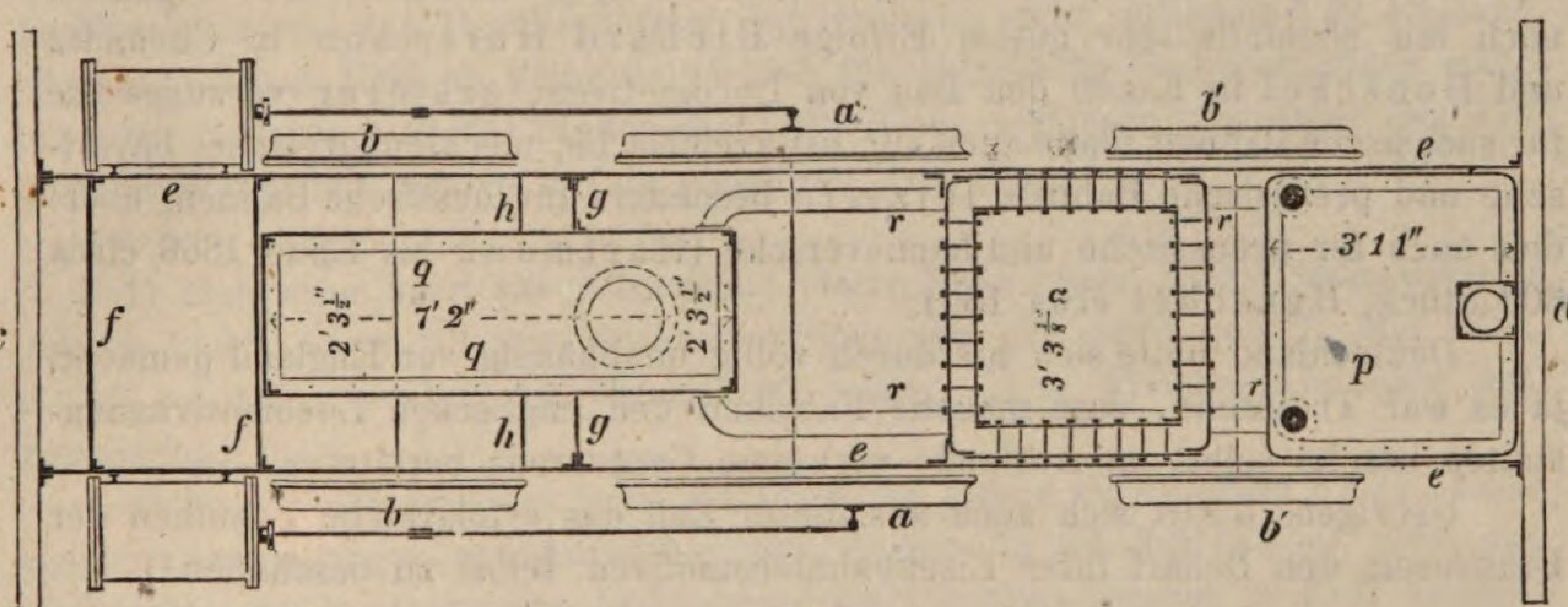


liegt, der andere *q* unter dem cylindrischen Theile des Kessels befindlich ist, während das Wasser in beiden durch Rohre *rr* in Communication ist, der Behälter *q* jedoch etwas tiefer als *p* liegt, so dass dieser noch Wasser enthält, wenn der andere (*p*) bereits geleert ist. Beide Behälter zusammen fassen 480 Gallonen oder 4800 Pfd. oder auch $\left(\frac{4800}{62,5} =\right)$ 76 Cubikfuss Wasser. Dass diese Behälter

1) Heusinger's Organ Bd. 5 (1850), S. 19 und ferner mit 3 Tafeln Abbildungen und sehr ausführlicher Beschreibung. Ebenfalls abgedruckt in Heusinger-Claus „die Locomotiv-Maschine“ 1858, S. 1. Die Quelle beider Veröffentlichungen ist Barlow's „Description of the outside-cylinder tank-engine“ in John Weale's „Appendices of Tredgold's Steam Engine“, Division A, Tenth Paper, December 1848.

mit dem Rahmenwerke der Maschine fest verbunden sind, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Ein senkrechtes Rohr *s*, welches durch den Cokesbehälter geht, dient zum Füllen der Wasserbehälter. Oben ist dies Rohr trichterförmig erweitert, unten aber, so weit es in den Raum *p* taucht, überall (auch am Boden) siebförmig durchlöchert, wodurch der freie Ausfluss des Wassers nicht gehemmt, aber wohl verhindert wird, dass Schmutz und überhaupt fremde Körper Rohre, Wasserpumpen-Cylinder und Ventile verunreinigen können. Der Stand des Wassers in den Behältern wird durch einen Schwimmer angezeigt, der so angeordnet ist, dass der Maschinenführer mit einem Blicke zu erkennen vermag, ob er Wasser genug hat oder nicht. Der Cokeskasten (von 34 Cubikfuss Fassungsraum nach Abzug der Füllröhre *s*) ist so placirt, dass Maschinenführer und Heizer noch hinlänglich freien Raum vor dem Feuerkasten der Maschine behalten [1]).

Fig. 226.



In unserer Quelle wird ausdrücklich hervorgehoben, dass das Gewicht der Maschine, vollständig mit Wasser und Brennmaterial gefüllt, 21 Tonnen (420 Ctnr.) betragen habe, während eine Locomotive mit besonderem Tender zur gleichen Leistung circa 30 Tonnen Gewicht erfordert haben würde.

Unter den mannigfachen Tender-Maschinen, welche später in England gebaut und in Betrieb genommen wurden, verdient u. A. noch ein von Gooch (in der Bahnhofswerkstatt zu Swindon) construirtes Exemplar genannt zu werden [2]). Besondere Eigenthümlichkeiten dieser Maschine waren, das Anbringen des Wasserbehälters über dem Langkessel (während sich der Cokeskasten

1) Zwei Stück der beschriebenen Tender-Maschinen wurden bereits im März 1847 u. A. zur Beförderung von Personenzügen zwischen Manchester, Macclesfield, Stockport und anderen Städten der Umgegend mit Erfolg benutzt, wobei die grösste Entfernung $17\frac{1}{2}$ engl. Meilen betrug. Durchschnittlich wurden pro Meile 25 Pfd. Cokes, also auf die gedachte Entfernung $17\frac{1}{2} \times 25 = 437{,}5$ Pfd. Cokes verbraucht. Je nachdem man nun annimmt, dass jedes Pfund Cokes 6 oder 7 Pfd. Wasser verdampfte, beträgt die erforderliche Wassermenge 42 oder 49 Cubikfuss, so dass für eine Fahrt der angegebene Fassungsraum der Wasserbehälter *p* und *q* mehr als hinreichend war.

2) Clark a. a. O. S. 204, Pl. 7 bis 9.

hinter dem Führerstande befand), sowie ferner die Verwendung einer sogenannten Schlittenbremse (S. 184, Fig. 154 und 155) zwischen den beiden sechsfüssigen Triebrädern und unter dem Feuerkasten, und endlich die Vereinigung der vier Laufräder in dem bekannten amerikanischen Truck. Das zur Adhäsion verwandte, auf den vier Hinterrädern ruhende Gewicht der Maschine betrug $21\frac{1}{4}$ Tonnen, während auf den Vorderrädern $14\frac{1}{2}$ Tonnen lagen, das Totalgewicht also $35\frac{3}{4}$ Tonnen (im arbeitenden Zustande) ausmachte.

Noch vor allgemeiner Verwendung der Tender-Maschinen in England, und zwar im Jahre 1846 entstanden neben den bereits mit Erfolg arbeitenden Locomotivbauanstalten von Borsig, Maffei und der Karlsruher Werkstatt noch die von G. Egestorff in Hannover und von Kessler in Esslingen. Erstere lieferte namentlich die meisten Maschinen für die hannoverschen Eisenbahnen, letztere vorzugsweise für die würtembergischen und österreichischen, hessischen, nassauischen u. s. w. Staats-Bahnen, sowie für französische und russische Bahnen (bis Ende 1866 etwa 800 Maschinen)[1]). Im Jahre 1848 begannen noch mit ebenfalls sehr gutem Erfolge Richard Hartmann in Chemnitz und Henschel in Kassel den Bau von Locomotiven, ersterer vorzugsweise für sächsische Bahnen, dann auch für österreichische, mecklenburgische, bayerische und preussische Bahnen, letztere besonders für hessische Bahnen, überdies auch für preussische und hannoversche (Hartmann bis Ende 1866 circa 300 Stück, Henschel etwa 130).

Deutschland hatte sich hierdurch völlig unabhängig von England gemacht, ja es war Thatsache, dass manche Fabriken den englischen Locomotivbauanstalten bereits selbst im Auslande wirksame Concurrenz bereiteten.

Uebrigens datirt sich auch aus dieser Zeit das erfolgreiche Bemühen der Franzosen, den Bedarf ihrer Eisenbahnlocomotiven selbst zu beschaffen[2]).

§. 22.

Wir sind jetzt zu einem Abschnitte in unserer Geschichte gelangt, welcher für die Ausbildung der Locomotive von besonderer Wichtigkeit war, und in einiger Beziehung mit der Zeit vor Eröff-

1) Man sehe hierüber einen speciellen Aufsatz des Verfassers in den Mittheilungen des hannoverschen Gewerbevereins (Beitrag zur Geschichte des deutschen Locomotivbaues) Jahrgang 1867.

2) In der Ausgabe des bereits wiederholt citirten „Guide du Mécanicien-Constructeur" vom Jahre 1859 sind (S. 17) folgende acht französische Maschinenfabriken als solche bezeichnet, welche sich im grösseren Maassstabe mit dem Baue von Eisenbahnlocomotiven beschäftigten:

In Paris Cail, Cavé, Gouin.
„ Mühlhausen André Köchlin.
„ Rouen Buddicom.
„ Creuzot Schneider.
„ Graffenstadten (Strassburg) Actienunternehmen unter dem Director Messmer.
„ Oullins-les-Lyon . . . Parent u. Schaken (Director Calliet).

nung der Liverpool-Manchester-Bahn verglichen werden kann, als dort über die Transportweise entschieden werden sollte.

Um die Beantwortung der letzteren Frage in eigenthümlicher Weise handelte es sich nämlich, als im Jahre 1849 der Bau der letzten und schwierigsten Gebirgs-Strecke der Eisenbahn von Wien nach Laibach und Triest der Vollendung nahte, einer Bahn, welche bestimmt war, den Verkehr von Mitteleuropa mit dem einzigen deutschen Seehafen am adriatischen Meere zu vermitteln [1]). Das Semmering-Gebirge, zwischen Gloggnitz und Mürzzuschlag [2]), setzte jedoch dem Bau einer Eisenbahn solche Schwierigkeiten entgegen, dass es erst länger zweifelhaft war, ob man die fragliche Strecke überhaupt bauen, nachher aber ob man den Betrieb durch freie Locomotiven oder durch feststehende Dampfmaschinen in Verbindung mit Seilebenen geschehen lassen sollte.

Inzwischen war es zu dieser Zeit bereits Thatsache geworden, dass man in Amerika nur noch solche Seilebenen fortbestehen liess [3]), wo die misslichen Geldverhältnisse der Gesellschaften Aenderungen nicht zuliessen, in England aber schon von 1837 ab keine Seilebenen für eigentliche Verkehrsbahnen mehr erbaute, vielmehr auf fünf Stellen die Seilbetriebe verlassen und dafür den Locomotivbetrieb mit bestem Erfolg eingeführt hatte [4]).

1) Man sehe über das Allgemeine dieser Bahn einen höchst lesenswerthen Artikel in Nr. 18 u. 19 der Eisenbahnzeitung vom 30. April und 7. Mai 1849, S. 137 u. 145, welcher die Ueberschrift trägt: „Der Eisenbahnbau über den Semmering.“

2) Nach Vollendung der Bahn beschrieb der jetzige Oberbaurath Funk, nach eigenen Anschauungen und Aufzeichnungen, dieselbe in Bd. 3 (1853 bis 1854) des Notizblattes des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, S. 210. Diesem Aufsatze entlehnen wir folgende Details und machen dabei auf deren Vergleiche mit anderen wichtigen deutschen Bahnen besonders aufmerksam.

	Es liegt der höchste Punkt über der Meeresfläche.		Es beträgt die zu ersteigende Höhe vom Fuss des Gebirges gerechnet.	
	Fuss hann.	Meter.	Fuss hann.	Meter.
auf der Semmeringbahn	3018	881	1580	461
„ „ Bayerischen-Fichtelgebirgbahn	2070	604	851	248
„ „ Würtemb.-Rauhen-Alp-Bahn	2027	592	433	126
„ „ Hannoverschen Südbahn . .	1015	296	549	160

3) Wir erinnern hier an das noch 1848 bei der Madison-Indianapolis-Eisenbahn wieder in Anwendung gebrachte Blenkinsop'sche Zahnstangensystem, worüber S. 251, Note 4 berichtet wurde. Die grösste, mit freien Locomotiven gegenwärtig (1867) befahrene Steigung, nämlich $\frac{1}{18,9}$ kommt in Amerika auf der Virginia-Central-Eisenbahn vor. Diese geneigte Ebene besteht indess nur provisorisch zur Beschleunigung der Verkehrseröffnung über den Rücken der sogenannten Blauen Berge. Ausführlich in Heusinger's Organ, Jahrgang 1866, S. 138.

4) Vielfache Erfahrungen hatten zu dieser Zeit bereits ganz andere Urtheile

Immerhin waren die Schwierigkeiten für den Locomotivbetrieb auf der Semmeringbahnstrecke deshalb so gross, weil die Bahn nicht nur Ansteigungen von $1/_{40}$ auf 8367 Meter Gesammtlänge, von $1/_{42}$ auf 17069 Meter und von $1/_{45}$ auf 8936 Meter Gesammtlänge [1]) hat, sondern auch an denselben Stellen scharfe Curven von nur 900 Wiener Fuss oder 284 Meter Krümmungshalbmesser besitzt [2]).

Nachdem man sich aber auch hier für das Befahren mit freien Locomotiven entschieden hatte, hielt die österreichische Regierung das Ausschreiben eines Preis-Concurses für erforderlich. In dem betreffenden, vom März 1850 datirten Programme [3]) wurde hauptsächlich verlangt, dass die Preis-Maschine bei gewöhnlichen günstigen Witterungsverhältnissen über die Steigungen von $1/_{40}$, jene mit den ungünstigen Krümmungsverhältnissen nicht ausgenommen, im Stande sein müsse, eine Bruttolast regelmässig fortzuschaffen von wenigstens 2500 Centnern Gewicht (ausschliesslich des etwaigen mit Wasser und Brennstoff ge-

über wichtige Eisenbahnfragen gebildet, als dies wenige Jahre vorher der Fall war. So hielt Stephenson Eisenbahnen mit Locomotivbetrieb nur dann für angemessen, wenn die Steigungen nicht $1/_{200}$ überschritten. Pambour bezeichnete die Steigung von $1/_{100}$ als die äusserste zulässige Grenze für den Locomotivendienst (Eisenbahnzeitung, 1849, S. 137), während man 1850 auf der vorher (in der Note) genannten Fichtelgebirgsbahn (Neumarkt) die Steigung von $1/_{40}$ (bei 1156 Ruthen = 5398 Meter Länge) und die auf der Rauhen-Alpbahn von $1/_{45}$ (bei 1082 Ruthen = 5053 Meter Mänge) ohne Anstand mit freien Locomotiven zu befahren begonnen hatte. Bei den deutschen Eisenbahnen bestanden zwei Seilbetriebe, der eine auf einer Strecke der Elberfeld-Düsseldorfer, der andere auf der rheinischen Bahn, zwischen Aachen und der belgischen Grenze. In Belgien hatte man damals auf der einzigen zwischen Lüttich und Ans vorhandenen schiefen Ebene von $1/_{36}$ Steigung schon gelungene Versuche angestellt, die Personenzüge ebenfalls mit freien Locomotiven fortzuschaffen.

1) Nach Funk (a. a. O. S. 213) sind die stärksten Steigungsverhältnisse: auf der Fichtelgebirgsbahn $1/_{40}$ bis $1/_{41}$ auf 5398 Meter Länge, auf der Rauhen-Alp-Bahn $1/_{45}$ auf 5025 Meter Länge, auf der hannoverschen Südbahn $1/_{64}$ und $1/_{70}$ auf eine Länge von 9737 Meter. Während demnach die ungünstigsten Steigungsverhältnisse auf der Bahn über den Semmering mit denen über das Fichtelgebirge und die Rauhe-Alp übereinstimmen, ist die Länge (19010 Meter) dieser stärksten Steigungen auf der Semmeringbahn über dreimal so gross wie auf jenen Bahnen.

2) Nach von Engerth (in dessen Werke „die Locomotive der Staats-Eisenbahn über den Semmering“, besonders abgedruckt aus der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1853 und 1854) und zwar nach den Maassen der Profilkarte, hat die Bahn überhaupt 83 Curven, worunter 23 von 100 Klaftern = 600 Wiener Fuss = 189,66 Meter Krümmungshalbmesser, mit einer Gesammtlänge von 5964 Meter. Ueberhaupt aber liegen 15888 Meter Bahn in Curven und dazwischen 15452 Meter in Geraden, so dass von der ganzen currenten Bahnlänge, welche 31340 Meter beträgt, beinahe die Hälfte auf Curven kommt.

3) Vollständig abgedruckt findet sich dies officielle Programm in der Eisenbahnzeitung vom 28. April 1850, S. 74, und vom 5. Mai 1850, S. 79.

füllten Tenders), und zwar mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von $1\frac{1}{2}$ Meile per Stunde. Die Geldsumme, welche für Preis-Locomotiven zu zahlen bestimmt war, sollte zwanzigtausend Stück vollwichtige kaiserliche Ducaten betragen.

Für drei andere, der Preis-Locomotive zunächst stehende Maschinen hatte man als Preise erhöhte Ankaufssummen, beziehungsweise von 10000, 7000 und 6000 Ducaten festgesetzt.

Schon das folgende Jahr 1851 war zur Entscheidung der Preisconcurrenz bestimmt. Die Prüfungscommission hatte zu den Concurrenzversuchen (August und September 1861) vier Locomotiven zugelassen, deren Dimensionen und Verhältnisse in der untenstehenden Tabelle[1]) (in Wiener Maassen) zusammen-

1) Tabelle der Hauptverhältnisse der Semmering-Preis-Locomotiven.

Name der Locomotive.	Kolbendurchmesser.	Kolbenhub.	Triebraddurchmesser.	Feuerkastenfläche.	Röhrenzahl und Fläche derselben.	Totalheizung.	Rostfläche.	Grösste Achsenentfernung.	Gewicht der gefüllten Locomotive.	Bemerkungen.
	Zoll	Zoll	Fss.	Q.-F.		Q.-F.	Q.-F.	Fuss	Ctr.	
Bavaria	19,3	29	3,4	209	229 St. mit 1468 Q.-F.	1577	23	34,75	880	Zwei Aussencylinder, achträdrige Maschine, sechsrädriger Tender. Die Maschine mit vierrädrigem Truck. Kettenkupplungen für Maschinen- wie Tenderräder.
Neustadt	12,5	24	3,5	83	180 St. mit 1670 Q.-F.	1753	17	25,78	1146	Vier Aussencylinder. Ueberhaupt zwei vierrädrige Maschinen unter einem Kessel, Tender-Maschine.
Seraing	15,5	27	3,3	140	340 St. mit 1572 Q.-F.	1712	22	25,96	989	Vier Inside-Cylinder. Zwei mit ihren Feuerkasten verbundene Locomotiven. Vier Räderpaare, je zwei Paare im beweglichen Untergestell.
Vindobona	16,5	22	3,0	161	286 St. mit 1435 Q.-F.	1596	14,5	15,0	842	Zwei Aussencylinder. Vier Paar durch Stangen gekuppelte Räder, drei Paare zwischen Dampfcylinder und Feuerkiste, ein Paar hinter der letzteren.

Ausführlich und mit Abbildungen begleitet wird in einer mit „Eisenbahn über den Semmering" beschriebenen Reihe von Aufsätzen über diese Maschinen berichtet in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1851, S. 162, und in Heusinger's Organ, Bd. 7, Jahrgang 1852, S. 68 u. 85.

gestellt sind, wobei bemerkt werden mag, dass die Maschine „Bavaria“ (von Maffei in München) den ersten Preis erhielt, die Maschine „Neustadt“ (von Günther in Wiener Neustadt) den zweiten, die „Seraing“ (Gesellschaft Cockerill in Seraing bei Lüttich) den dritten, und die Maschine „Vindobona“ (Wien-Gloggnitzer-Eisenbahn-Maschinenfabrik) den vierten Preis empfing.

Leider führte eine nähere Prüfung aller dieser Locomotiven zu der Befürchtung, dass keine derselben dauernd einem regelmässigen Betriebe auf der so schwierigen Bahn genügen würde, indem sie alle theils mit bereits bekannten, theils mit gewagten oder doch nicht gehörig erprobten Constructionen versehen waren.

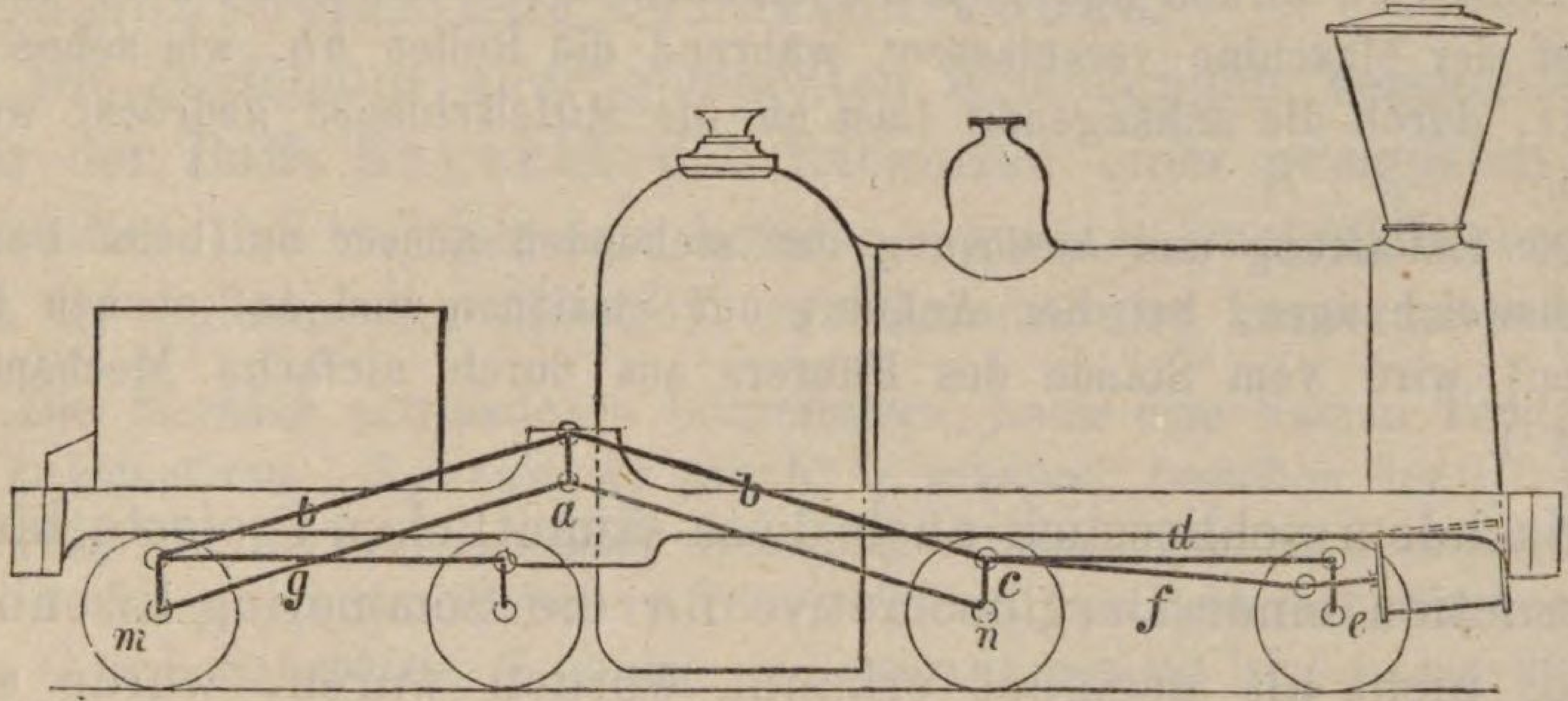
Nach den stattgehabten Fahrten mit den Concurslocomotiven wurden von vielen Ingenieuren noch manche, mitunter sehr scharfsinnige Constructionen für Semmering-Locomotiven projectirt und der österreichischen Regierung eingesandt. Unter diesen Projecten befinden sich vier-, sechs- und achträdrige Locomotiven von Maffei, eine achträdrige Tender-Maschine mit zwei Drehgestellen und vier Cylindern (an jedem Ende zwei) von Cockerill, eine ebenfalls achträdrige Berglocomotive ohne verstellbare Achsen und eine zwölfrädrige Tender-Maschine mit beweglichem Untergestell und Anwendung von Zahnrädern vom Ingenieur Tourasse in Paris, ferner eine achträdrige Locomotive mit verschiebbaren Achsen von der Maschinenfabrik Esslingen, eine doppelte Tender-Maschine von Heusinger von Waldegg (bestehend aus zwei einfachen vierrädrigen, gekuppelten Locomotiven, welche mit ihren hinteren Enden durch einen Bolzen verbunden waren, der zugleich den Drehzapfen für ein bewegliches Untergestell bildete) und endlich zwei Projecte aus Hannover, nämlich eine achträdrige Tender-Locomotive mit eigenthümlicher Blindachse vom Königlichen Maschinendirector Kirchweger und eine sechsrädrige Berglocomotive vom Oberingenieur Krauss der G. Egestorff'schen Maschinenfabrik. Indem wir des Raummangels wegen hinsichtlich specieller Beschreibung aller dieser Projecte auf die unten citirten und mit Abbildungen begleiteten Schriften[1]) verweisen, widmen wir den Projecten von Kirchweger und Krauss, ihrer besonderen Eigenthümlichkeiten und des Umstandes wegen, dass deren Ideen noch später anderwärts benutzt wurden, einige Bemerkungen.

Die Kirchweger'sche Maschine, ein sehr sinnreiches, in allen Theilen durchdachtes Project, war der Hauptsache nach folgendermaassen angeordnet, wozu wir überdies die Skizze Fig. 227 benutzen. Sowohl Maschine wie Tender laufen beide auf vier Rädern, die jedoch alle acht zum Aufgreifen mit einander verkuppelt sind, so dass das Gewicht des ganzen Baues (880 Ctnr.) zur Adhäsion benutzt wird. Die Uebertragung der Bewegung vom vorderen Radgestelle *cdef* auf das hintere *g* wird durch eine räderlose vorgelegte Achse *a* (Kuppelachse, Bewegungen in verticaler Ebene zulassend und durch letztere Eigenschaft unterschieden von der festen bloss zum Vorgelege dienenden Blindachse oder

1) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1853, S. 8, 164—249 und Jahrgang 1854, S. 57, 145 u. 185. — Wilhelm Engerth, k. k. Rath u. s. w.: Die Locomotive der Staats-Eisenbahn über den Semmering, Wien 1854, bei Gerold u. Sohn. Dies Werk ist mit einem Atlas von 13 Kupfertafeln und einem lithographischen Längenprofile der Semmeringbahn begleitet.

vibratory shaft Crampton's)[1]) und durch die Kuppelstangen *bb* vermittelt. *am* und *an* sind Sperrstangen, welche die Lager der Achsen von *a*, *m* und *n* als Punkte eines gleichschenkligen Dreiecks erhalten müssen. Während der Bewegung der Maschine durch eine Curve muss die vorgelegte Achse *a*

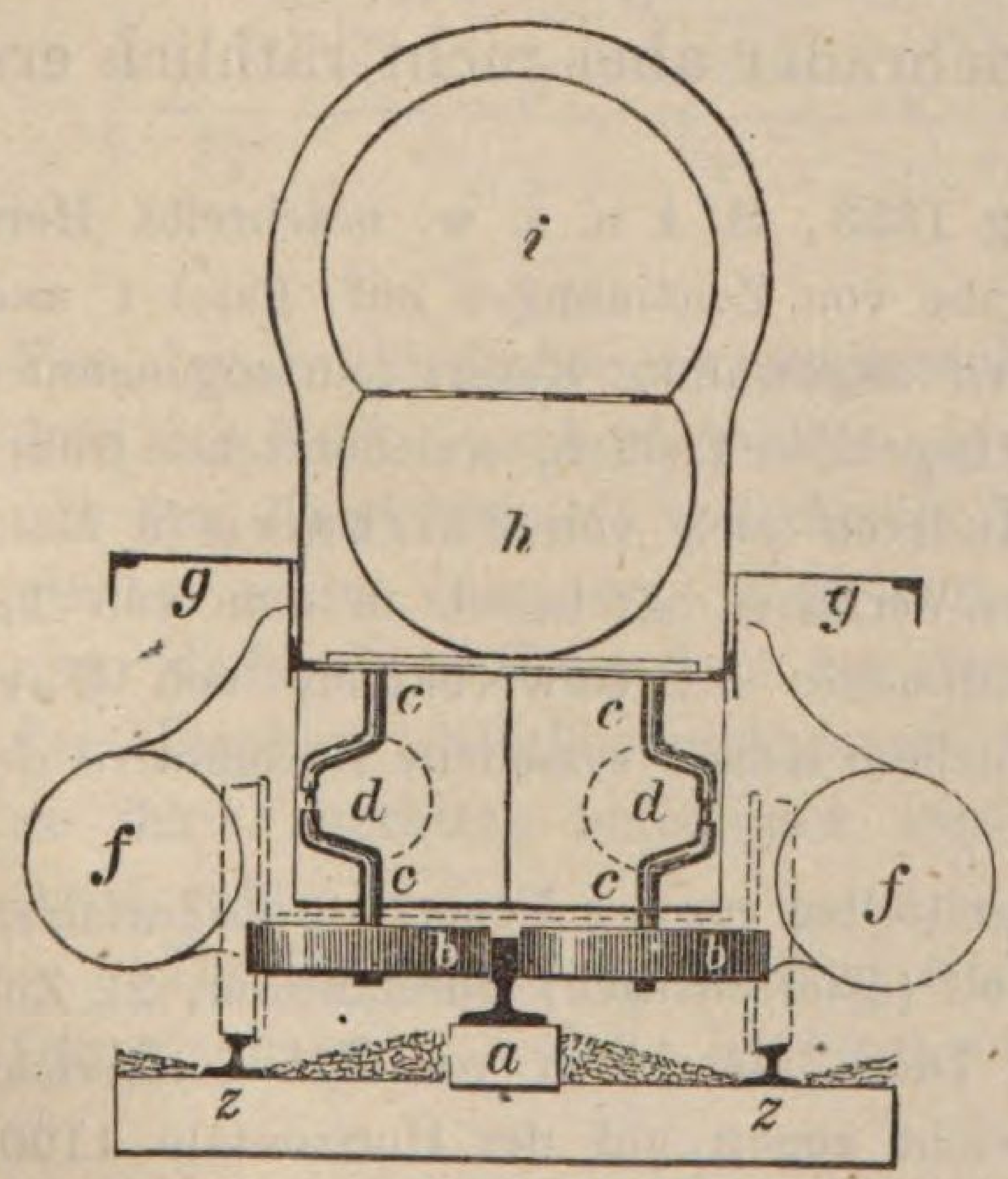
Fig. 227.



und mit ihr die Kuppelstangen *b* entsprechend eingestellt werden können, wozu durch die Sperrstangen *am* und *an* die Lager der Blindachse ihren Ort derartig verändern, dass sich die Rädersysteme verschieben, auf der anderen Seite von einander entfernen können, wie dies beim Durchlaufen einer Curve erforderlich wird.

Das vierrädrige Hinter- oder Tender-Gestell wird durch einen an der Unterkante der Feuerkiste angebrachten Drehbolzen geführt, alle Kuppelstangen sind mit Kugelzapfen versehen u. d. m., auf welche für den Constructeur höchst werthvolle Details leider hier nicht eingegangen werden kann, sondern auf unsere Quelle verwiesen werden muss[2]).

Fig. 228.



Das Project des Oberingenieurs Krauss, Fig. 228, erinnert zunächst an Vignole's bereits vor Eröffnung der Liverpool-Manchester-Bahn in Anregung gebrachte Ideen[3]), nämlich eine dritte Schiene in der Bahnmitte anzuwenden, gegen welche Frictionsrollen *b* gepresst werden, um das Befahren bedeutend ansteigender Bahnstrecken zu ermöglichen. Krauss' Neuheit liegt jedoch hauptsächlich darin, dass er das relative Gewicht der fortzuschaffenden Last auf der schiefen Ebene zur Druckvermehrung der Frictionsrollen *bb* gegen die Mittelschiene nutzbar macht, sowie ferner in mehreren damit zusammenhängenden

1) Patent Specification Nr. 11760 vom 18. December 1847.

2) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1853, S. 225.

3) Man sehe deshalb oben S. 261.

Constructionsanordnungen, in Hinsicht welcher wir auf die nachher angegebenen Schriften verweisen müssen. Es werde deshalb nur darauf aufmerksam gemacht, dass *ff* die beiden äusseren Betriebsdampfcylinder der Maschine sind, welche auf horizontalen oder wenig ansteigenden Bahnstrecken allein arbeiten, ferner, dass *dd* die beiden inneren Cylinder bezeichnen, welche auf zwei verticale Kurbelachsen *cc* wirken und so das Umdrehen der Frictionsrollen *bb* für den Fortlauf der Maschine veranlassen, während die Rollen *bb*, wie schon oben bemerkt, durch die anhängende Last an die Mittelschienen gedrückt werden können.

Die Entlastung und Auslösung der stehenden Achsen *cc* (beim Passiren von Ausweichungen, bei der Ankunft auf Stationen und auf ebenen Bahnstrecken) wird vom Stande des Führers aus durch einfache Mechanismen bewirkt [1]).

Nachdem schliesslich auch diese sämmtlichen Projecte für die Construction einer Berglocomotive für die Semmering-Eisenbahnstrecke nicht als geeignet erkannt worden waren, wurde sogar die Frage erörtert, ob es nicht zweckmässiger sei, statt der Einführung eines neuen immer erst zu erprobenden Locomotivsystemes die auf den übrigen, theilweise mit scharfen Curven versehenen österreichischen Staatsbahnen bereits bewährten Lastzugslocomotiven (vier Triebräder und vier Laufräder im drehbaren Truck-Gestell) [2]) auch für den Semmering zu verwenden. Indess fand man bald, dass, obgleich diese Maschinen incl. Tender 860 Ctnr. oder 47,4 englische Tonnen wogen, doch nur 335 Ctnr. oder 18,5 englische Tonnen, also circa 39 Proc. als Adhäsionsgewicht benutzt werden, eine grössere Belastung der Triebräder aber nicht räthlich er-

1) In Heusinger's Organ, Jahrgang 1853, S. 1 u. s. w. beschreibt Herr Krauss sein Project ausführlich unter Beigabe von Zeichnungen auf Tafel 1 und 2. Der von Krauss bei seiner Locomotive angewandte Kessel (ein sogenannter Doppelkessel) besteht aus zwei über einander liegenden Theilen, welcher schon früher (1850) von Kessler in Karlsruhe (nach Anderen auch von Fairbairn in Manchester) in Anwendung gebracht wurde. Der Verfasser hat bereits in dem von ihm verfassten Artikel „Eisenbahnen" des Handbuches der Gewerbkunde von Karmarsch und Heeren, S. 670, eine mit solchem Kessel versehene Locomotive der hannoverschen Bahnen beschrieben.

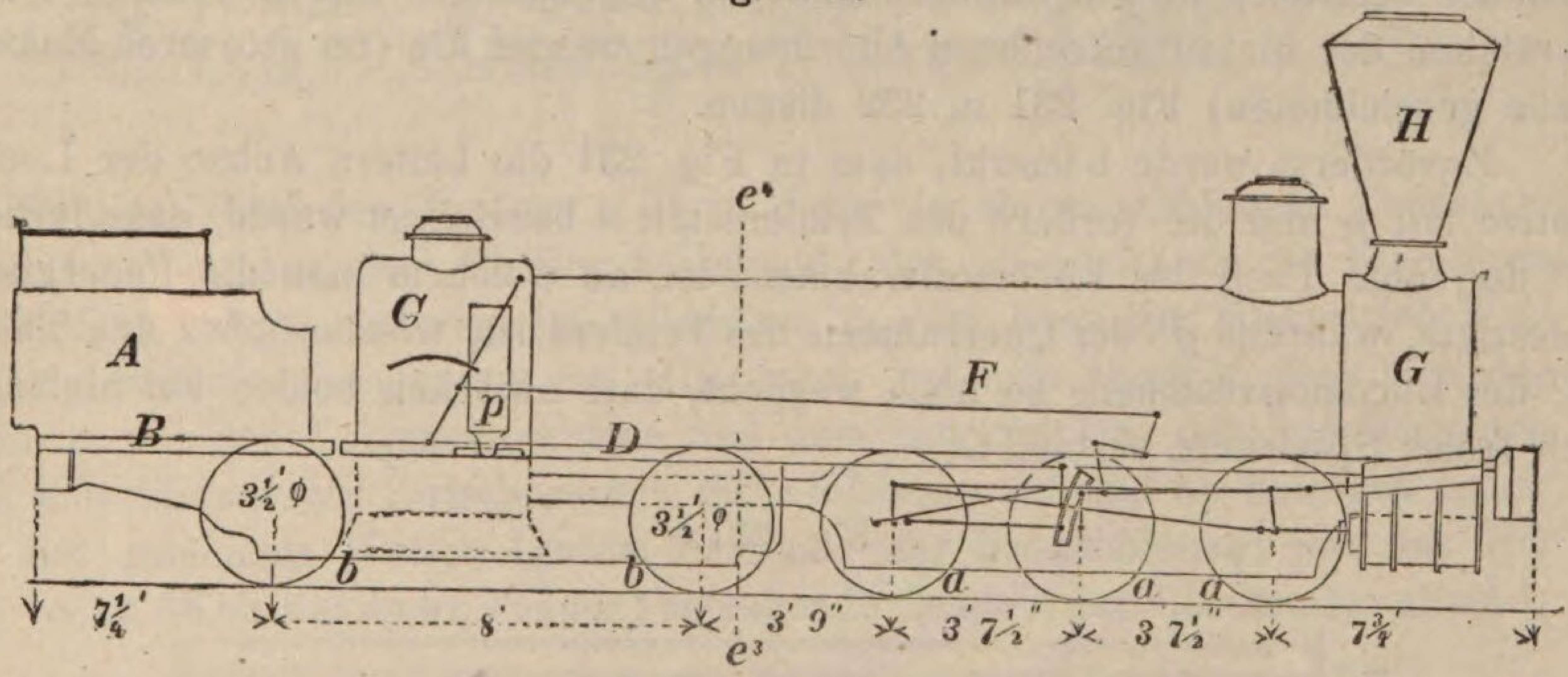
2) Mit zwei vierfüssigen Triebrädern unmittelbar vor der Feuerkiste ausgestattete Norris-Maschinen mit Cylindern von $15\frac{1}{3}$ Zoll (österreichisch) Durchmesser, 22 Zoll Kolbenhub, 1000 Quadratfuss Feuerfläche. Diese Maschinen von 515 österreichischen Ctnr. = 28,4 englische Tonnen Gewicht zogen auf der Horizontale 11000 Ctnr. = 606,0 englische Tonnen, wobei der gefüllte Tender 345 Ctnr. = 19,0 Tonnen wog, mit einer Geschwindigkeit von 3 österreichischen Meilen = 14,142 englische Meilen per Stunde, so dass ihre Arbeitsleistung = 653,82 . 14,142 = 9234,7 Meilen-Tonnen betrug. Abbildungen und specielle Beschreibung dieser Maschinen finden sich in Heusinger's Organ, Bd. 8, S. 249, Tafel 17, 18 und 19.

schien und daher der zu lösenden Aufgabe nicht entsprochen wurde, welche verlangte, dass man die schärfsten Curven eben so leicht wie die gerade Bahn befahre und doch das Gesammtgewicht von Maschine und Tender als Adhäsionsbelastung benutzen könne.

Mit Zuziehung aller gemachten Erfahrungen versuchte nunmehr der Rath Engerth das Entwerfen einer geeigneten Berglocomotive, bei welcher nur bereits erprobte Constructionen, wenn auch in anderer Combination, zur Anwendung kommen sollten.

Die hiernach entstandenen Locomotiven, unter dem Namen Tender-Lastzug-Locomotiven, „System Engerth"[1]) bekannt, bestehen der Hauptsache nach (Fig. 229 und 230) aus einer dreiachsigen Locomotive mit Aussencylindern, deren sechs gekuppelte Räder *aa* (von $3^1/_2$ Fuss Durchmesser) zwischen Feuerkiste *C* und Rauchkiste *G* placirt und so eng gestellt sind, dass die ganze Radbasis (in unserem speciellen Falle) nur 7 Fuss 3 Zoll (2,291 Meter) beträgt.

Fig. 229.



Von den gewöhnlichen Lastzugmaschinen weicht diese Locomotive dadurch ab, dass der Kessel nach rückwärts so weit verlängert ist, dass ein Theil desselben mit der Feuerkiste *C* vollständig überhängt und demnach besonders gestützt werden muss. Letzteres wird nun mit Hülfe des zugehörigen Tenders *A* und zwar dadurch bewirkt, dass der Aussenrahmen *B* des Tenders den Hintertheil der Maschine zwischen sich nimmt (Fig. 230) und dieser Theil mittelst zweier an der Feuerkiste befestigter zapfenförmiger Stützen *p* auf dem Tendergestelle ruht.

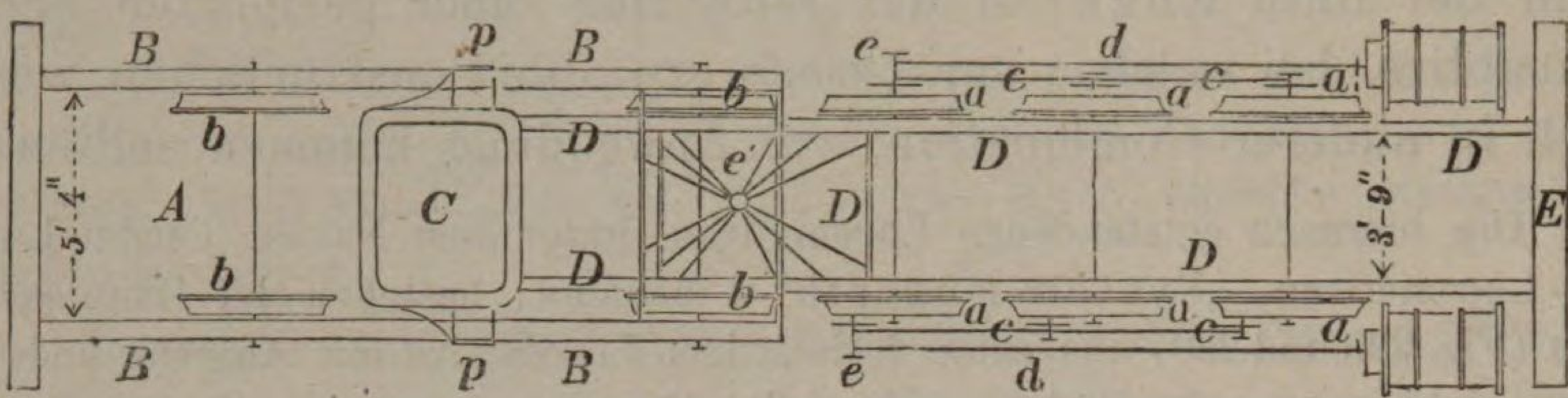
Die Zapfen dieser Stützen sind kugelförmig und ruhen in concentrischen Gussstahllagern, welche letztere sich in bogenförmigen Schleifplatten derartig

1) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1854, S. 146 u. s. w. Eine ausführliche vom Rathe Engerth selbst verfasste, und mit drei Tafeln Abbildungen begleitete Abhandlung, welche die Ueberschrift trägt: „Construction der für den Betrieb der Semmeringbahn als geeignet angenommenen zahnrädrigen Tender-Lastzugs-Locomotiven."

verschieben können, dass eine den schärfsten Curven von 70 Klafter (420 Fuss = 132,72 Meter) Krümmungshalbmesser entsprechende Lagenverschiebung der Feuerkiste möglich wird.

Von den zwei Achsen des Tenders kommt hierdurch die eine mit ihrem Räderpaare *b* vor die Feuerkiste *C* zu liegen, wie dies hinlänglich aus den Abbildungen erhellt.

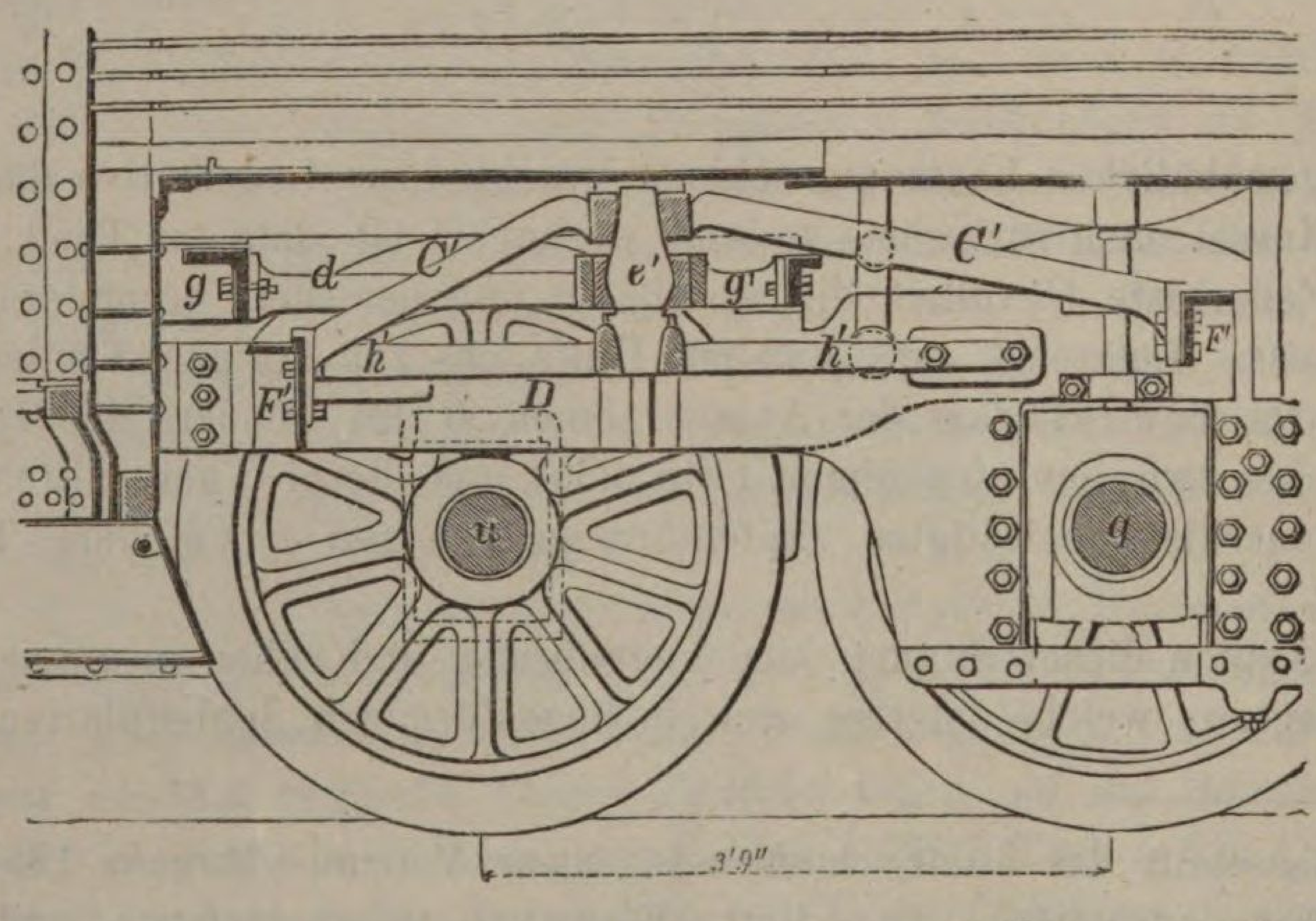
Fig. 230.



Die erforderliche Verbindung (Kupplung) in der Zugrichtung zwischen Locomotive und Tender ist so zu Stande gebracht, dass sich beide gegen einander verstellen und in Bahnkrümmungen ungezwungen laufen können. Zum Verstehen der hierzu getroffenen Anordnungen werden die (im grösseren Maassstabe gezeichneten) Fig. 231 u. 232 dienen.

Zuvörderst werde bemerkt, dass in Fig. 231 die hintere Achse der Locomotive mit *p* und die vordere des Tenders mit *u* bezeichnet wurde, dass ferner F^1 derjenige Theil des Locomotivrahmens ist, an welchem man die Feuerkiste befestigte, während g^1 der Querrahmen des Tenders ist, welcher über den Theil F^1 des Locomotivrahmens so hoch weggeht, dass zwischen beiden ein hinlänglich freier Spielraum verbleibt.

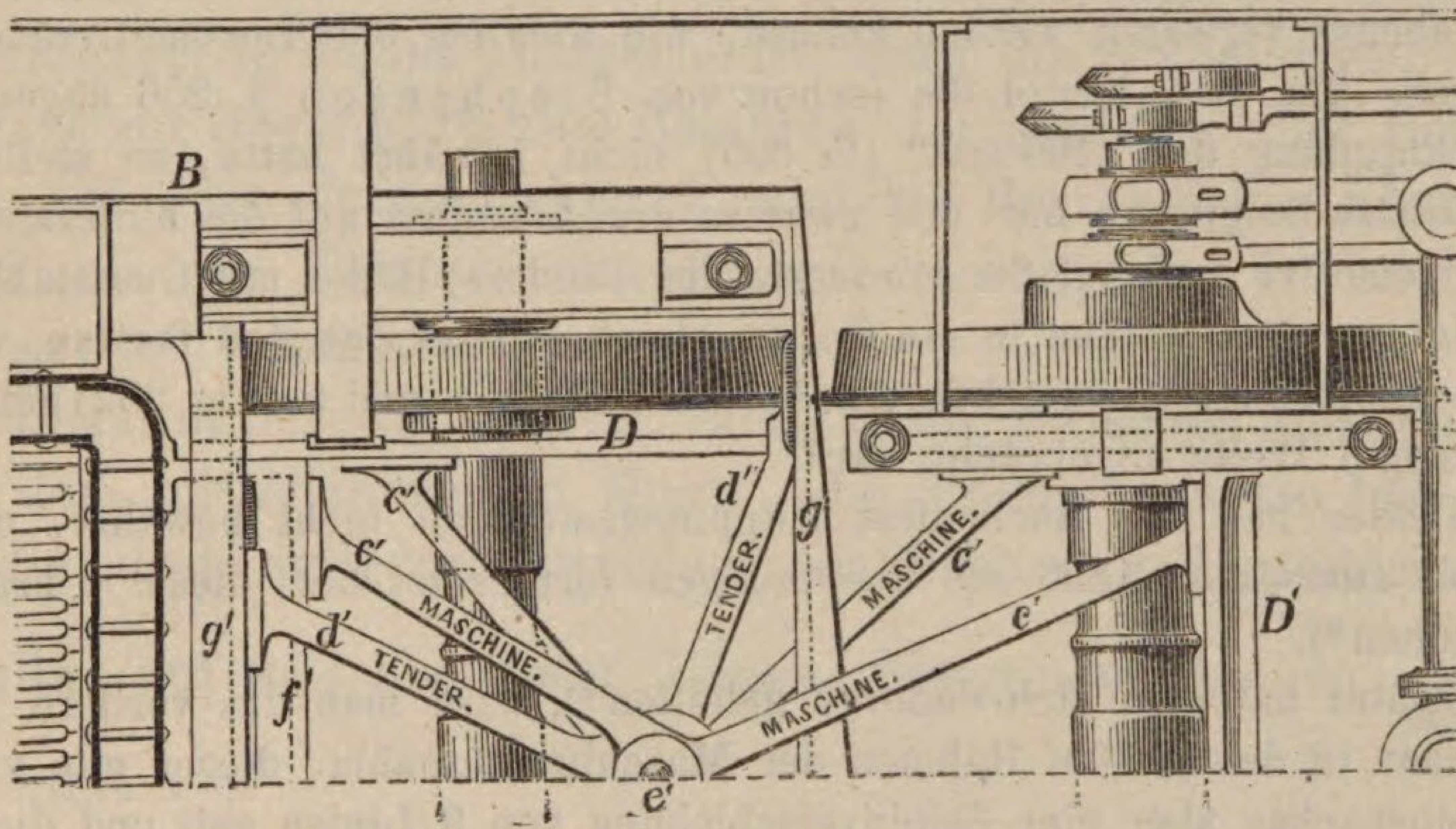
Fig. 231.



Der Kuppel- und Drehbolzen für Tender und Maschine e^1 ruht zunächst auf festen Stegen h^1, welche mit dem Maschinenrahmen in geeigneter Weise verbunden sind. Sodann wird dieser Bolzen oder Zapfen e^1 von zwei Kreuz-

verstrebungssystemen umfasst und gehalten, wovon das eine mit dem Maschinen-, das andere mit dem Tenderrahmen in Verbindung steht. Die betreffenden Vereinigungsarme mit dem Locomotivrahmen $F^1 D D^1$ (besonders in Fig. 232 sichtbar) sind mit $c^1 c^1 c^1 c^1$, und die Arme welche die Vereinigung mit den Querstegen $g^1 g^1$ des Tenderrahmens bewirken, mit $d^1 d^1$ bezeichnet. Der mittlere,

Fig. 232.



kugelförmige Theil des Zapfens e^1 liegt dabei in einem stählernen Zwischenstücke, welches, aus zwei Theilen bestehend, sich einerseits an die Kugelform des Zapfens anlegt, andererseits cylindrisch in dem Auge der Kreuzstreben d^1 des Tenderrahmens eingepasst ist. Hierdurch hat man erreicht, dass sich der Zapfen e^1 mit dem Locomotivrahmen und dem eingesetzten, den kugelförmigen Theil umschliessenden Zwischenstück circa 9 Linien auf und ab bewegen kann.

Bei günstigem Wetter (gutem Zustande der Bahnschienen) war das 702 Ctnr. (oder 38,68 englische Tonnen) betragende Gewicht der Locomotive allein [1])

1) Bei sämmtlichen ersten Locomotiven des Engerth'schen Systemes für die Semmeringbahn, welche die Fabriken in Esslingen und Seraing lieferten (Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1854, S. 159), war das ganze Gewicht von 1002 Ctnr. der mit Wasser und Brennmaterial ausgerüsteten Locomotive, wie folgt, vertheilt:

Auf die drei Maschinenachsen *aaa*	Vorderachse	245,5 Ctnr.	Auf die beiden Tenderachsen *bb*	Vorderachse	145 Ctnr.
	Mittelachse	223,0 „		Hinterachse	155 „
	Hinterachse	233,5 „			
		702,0 Ctnr.			300 Ctnr.

Ausserdem hatten die Cylinder 18 Zoll Durchmesser, 24 Zoll Hub. Die Zahl der Feuerröhren (von 2 Zoll äusserem Durchmesser) betrug 189, deren Heizfläche 1482 Quadratfuss, während die Feuerkiste 72 Quadratfuss Heizfläche hatte und mithin an totaler Heizfläche 1552 Quadratfuss vorhanden waren. Die Rostflächengrösse war zu $11\frac{3}{4}$ Quadratfuss bemessen. (Es ist wohl kaum nöthig zu erwähnen, dass diese sämmtlichen Maasse und Gewichte österreichisch sind, und dass demnach 1 Wiener Fuss = 0,316 Meter und 1 Wiener Ctnr. = 56 Kilogramm ist.)

hinreichend, selbst Züge von 3000 Ctnr. (oder 165,30 englischen Tonnen) auf der Steigung von $^1/_{40}$ fortzuschaffen, während bei ungünstiger Witterung, wo der Adhäsionscoefficient bis auf $^1/_{10}$ und weniger herabsinkt, die Maschinen nicht im Stande waren, Lasten von 2000 Ctnr. über die Steigungen von $^1/_{40}$ zu bringen [1]). Man bemühte sich daher ein geeignetes Mittel zu finden, das Gewicht des Tenders mit zum Aufgreifen nutzbar zu machen, d. h. eine geeignete Kupplungsart zu finden, wodurch die Kraft der Dampfmaschinen mit zum Umdrehen der Tenderräder ebenso verwandt werden konnte, wie dies bei den Locomotivrädern der Fall war. Da sich hierzu die (schon von Stephenson S. 256 angewandte) Kettenkupplung der „Bavaria" (S. 305) nicht bewährt hatte, so stellte man eine Zahnradkupplung her und zwar in der Art, dass auf die hinterste Achse der Locomotive und auf die vorderste des Tenders) Räder mit Gussstahlzähnen befestigt wurden, welche in ein drittes gleich grosses Zahnrad fassten, was auf einer verschiebbaren, zwischen den beiden Achsen p und u (Fig. 232) gelagerten (Vorgeleg-) Welle angebracht war [2]).

Leider hat sich auch diese Kupplungsmethode nicht bewährt, obgleich man bis zum Jahre 1858 die Bemühungen fortgesetzt hat, dieselbe brauchbar zu machen [3]).

Später hat man sich dadurch geholfen [4]), dass man das vordere Tenderräderpaar in den steifen Rahmen der Maschine aufnahm, dieser nun vierten Maschinenachse aber eine Seitenverschiebung von 9 Linien gab und die Kupplung mit den übrigen Maschinenachsen durch Lenkstangen mit Kugelgelenken herstellte [5]).

1) Nach Angaben eines Ingenieurs Rösler stamm im Jahrgange 1861, S. 50 der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins beträgt das Bruttolastgewicht, welches man über die schwierigen Stellen der Semmeringbahn zu ziehen vermag:
bei schlechtem Wetter 3,5 mal soviel als das Adhäsionsgewicht der Maschine
„ gutem „ 5,5 „ „ „ „ „ „ „

2) Specielle mit Abbildungen begleitete Angaben über diese Zahnradkupplung findet man in dem bereits citirten Jahrgange 1854 Bd. 6, S. 187, Blatt 17.

3) Man sehe hierüber die Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins Jahrgang 23 (1861), S. 49. Auch in Heusinger's Organ, Neue Folge, 1866, S. 70.

4) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins 1861, S. 52. Heusinger's Organ, Neue Folge 1866, S. 70.

5) Im Jahre 1853 wurden mit der Maschine „Kapellen" des Engerth'schen Systems, welche die Esslinger Fabrik lieferte, zwischen den Stationen Payerbach und Eichberg sorgfältige Versuche angestellt, worüber man im Jahrgang 1853 S. 244 der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins Bericht erstattete (auch in Heusinger's Organ, Bd. 8, S. 273 zu finden). Die gedachte Bahnstrecke hat eine mittlere Ansteigung von $^1/_{46}$ (nämlich auf 1772 Klafter Länge $^1/_{40}$, auf 572 Klafter Länge $^1/_{45}$ und auf 760 Klafter verschiedene günstigere Gefälle von $^1/_{100}$, $^1/_{400}$, sowie auf einer kurzen Strecke ganz horizontale Bahn). Der mittlere Krümmungshalbmesser (zehn Mal 150 Klafter, drei Mal 100 und ein Mal 200 Klafter) ist genau genug zu 150 Klafter oder 900 Fuss anzunehmen. Mit den 700 Ctnr., welche auf den 6 Locomotivrädern als Adhäsionskraft ruhten, wurden u. A. 2820 Ctnr. mit einer Geschwindigkeit von 1,4 österreichischen Meilen oder

Nach diesen Erfahrungen durfte es nicht auffallen, wenn trotz des von Engerth erreichten kürzeren Achsstandes von 7 Fuss 3 Zoll an anderen Orten die Bemühungen um die Herstellung möglichst vortheilhafter Gebirgslocomotiven fortgesetzt wurden [1]).

Auch Robert Stephenson betheiligte sich an der Lösung der Aufgabe, in demes Thatsache ist, dass die Locomotiven, welche bis fast zur Gegenwart zum Befahren der steilsten aller Bahnstrecken auf dem europäischen Festlande, der schiefen Ebene „dei Giovi" in der Turin-Genua-Bahn, dienten, von Robert Stephenson abstammen.

Bekanntlich durchbricht diese Bahn, zwischen der Po-Ebene und dem mittelländischen Meere, die Apenninenkette fast rechtwinklig und erfordert zwischen den Stationen Pontedecimo und Busalla, auf $9\frac{1}{2}$ Kilometer Länge, Steigungen bis zu $\frac{1}{28,57}$ zu überwinden [2]).

6,60 englischen Meilen pro Stunde gefördet. Die Gesammtlast, welche die Locomotive zog, betrug daher (einschliesslich Tender und Locomotive) 3820 Ctnr. = 210,5 englische Tonnen. Letzteres Gewicht auf die horizontale und völlig gerade Bahnstrecke reducirt, erhöht sich auf 1865 Tonnen, wonach die correspondirende Leistung der Maschine „Kapellen" 1865 . 6,6 = 10309 Meilen-Tonnen betragen haben würde. Interessant ist der Vergleich dieser Leistung mit derjenigen der Esslinger Locomotiven der Würtembergischen Alpbahn (nach Heusinger's Organ Bd. 6, S. 21). Sechs gekuppelte Räder zwischen Feuer- und Rauchkiste bei einem Gewichte von 669 Ctnr. oder 33,45 Tonnen. Diese Maschinen sollten unter allen Umständen 100 Tonnen Last nebst einem Tender von 334 Ctnr. oder 16,70 Tonnen auf eine continuirliche Steigung von $\frac{1}{45}$ mit Curven von 900 Fuss Radius und zwar mit einer Geschwindigkeit von 1000 Fuss pro Minute ziehen (die 18000 Fuss lange Steigung in 18 Minuten). Reducirt man das Totalgewicht 150,15 Tonnen eines solchen Zuges wieder auf die horizontale und gerade Linie, so erhält man als fortgebrachte Last 1145 Tonnen. Wäre daher die Fahrgeschwindigkeit von $16\frac{2}{3}$ Fuss pro Secunde oder 11,35 englischen Meilen pro Stunde richtig (?) angegeben, so würde man als Leistung erhalten:

$$1145 \times 11,35 = 12996 \text{ Meilen-Tonnen (?)}.$$

1) Heusinger's Organ, Bd. 16 (1861), S. 102.

2) Genauer:

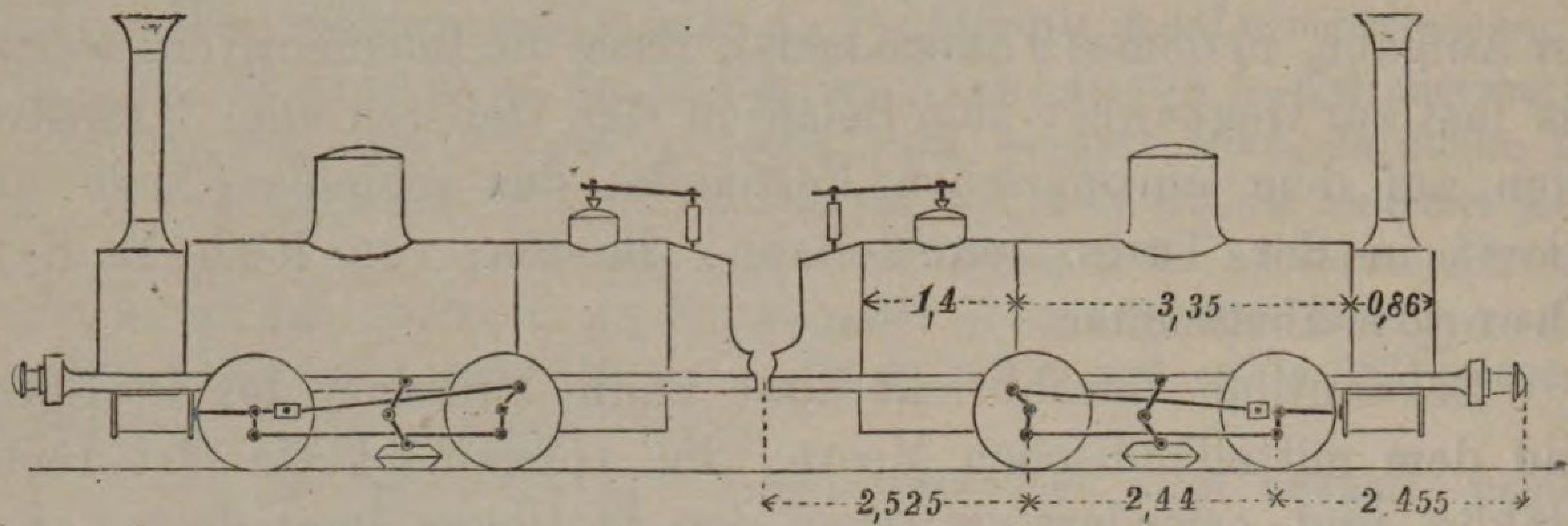
Auf 4 Kilom. 21 bis 28 Millim. pro Meter, oder von $\frac{1}{47,6}$ bis $\frac{1}{37,1}$

„ $2\frac{1}{2}$ „ 35 „ „ „ „ $\frac{1}{28,57}$

„ 3 „ (im Tunnel) 28 „ „ „ „ $\frac{1}{37,1}$

Nach Stephenson wurden zum Betriebe dieser Strecke sogenannte Zwillingsmaschinen in Anwendung gebracht. Es sind dies, wie Fig. 233 erkennen lässt, zwei gewöhnliche vierrädrige Tender-Locomotiven mit gegeneinander gestellten Feuerkisten, die auch daselbst durch Drehbolzen verbunden sind. Die vier Räder jeder Maschine sind paarweise durch Stangen gekuppelt[1]).

Fig. 233.



Der geringe Radstand von 2,40 Meter gewährte den Vortheil, scharfe Curven mit Leichtigkeit durchlaufen zu können, noch davon abgesehen, dass das ganze Gewicht der Maschinen als Adhäsionsgewicht nutzbar gemacht wurde. Das Totalgewicht beider Locomotiven zusammengenommen betrug:

$$54000 \text{ Kilogramm oder } \frac{54}{1,016} = 53,14 \text{ englische Tonnen.}$$

Zuweilen benutzte man auch jede Locomotive für sich allein, wenn Züge von sehr geringem Gewichte zu transportiren waren.

Als der Verfasser diese interessante Bahnstrecke im August 1860 besuchte, wurde versichert, dass man mit den beiden vorgespannten Locomotiven Züge von 70 bis 90 Tonnen Gewicht, je nach dem Zustande der Schienen, mit einer Geschwindigkeit von 20 Kilometer $\left(= \frac{20000}{1609} = 12,43 \text{ englische Meilen}\right)$ pro Stunde, auf der steilsten Stelle transportire.

Später scheint sich jedoch herausgestellt zu haben, dass derartige Berglocomotiven ebenfalls mit grossen Fehlern behaftet sind[2]), wohin namentlich der bedeutende Verbrauch an Radbandagen (Tyres) und die nichts weniger

Man sehe überhaupt über diese interessante Bahn und deren Betrieb folgende Zeitschriften: Couche, Annales des ponts et chaussées Tome XV (1858), p. 207; von Weber, Förster's Bauzeitung 1858, S. 79; Heusinger von Waldegg, Organ u. s. w., Bd. 14, S. 205; Rühlmann, Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für das Königreich Hannover, Jahrgang 1860, S. 271.

1) Diese Maschinen wurden zu Seraing im Cockerill'schen Etablissement gebaut und finden sich schöne Abbildungen in dem Portefeuille de John Cockerill, Tome 1, p. 395, Pl. 51. Jeder der aussenliegenden Dampfcylinder hatte 0,356 Meter Durchmesser und 0^m,560 Hub. Die Räder hatten 1,068 Meter Durchmesser u. s. w.

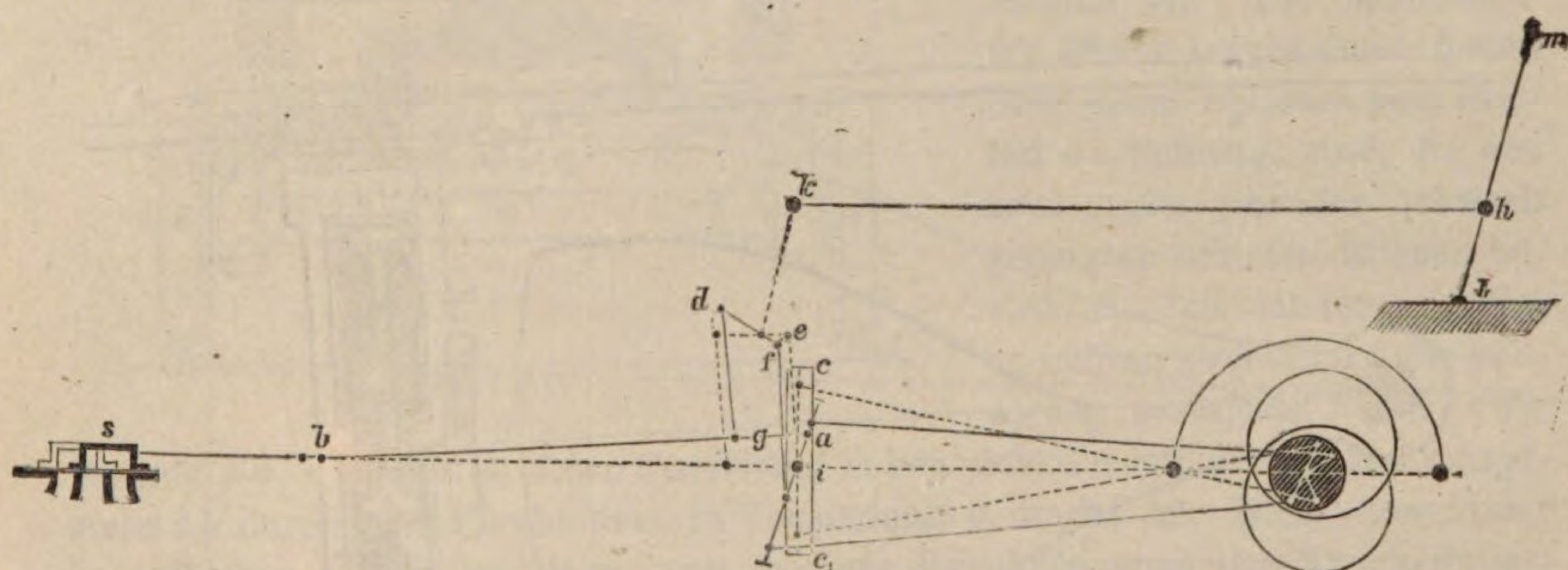
2) Bulletin de la société industr. de Mulhouse, Tome 30 (1859), p. 387 und daraus in Heusinger's Organ Jahrgang 16 (1861), S. 96.

als ökonomische Verbrennung in dem verhältnissmässig kleinen Kessel mit gehört[1]), kurz, man hat diese Maschinen durch sechsrädrige Locomotiven ersetzt.

Unter den praktisch gewordenen Neuigkeiten im Constructionsgebiete der Locomotiven, in der Mitte der fünfziger Jahre (1856), verdient ganz besonders die Coulissensteuerung des Maschinenmeisters Allan in Perth (Schottland) erwähnt zu werden[2]).

Um die Herstellung und Reparatur der Coulisse möglichst leicht bewirken zu können, hat sie Allan geradlinig gemacht, wie cc_1 Fig. 234 erkennen lässt. Diese Coulisse hat einen ebenfalls geradlinigen Schlitz, in welchem der am Ende einer (zwischen Schieberstange *bs* und Coulisse eingeschalteten) Lenkstange *ab* sitzende Gleitklotz *a* auf und ab geschoben werden kann.

Fig. 234.



Die Coulisse cc_1 ist in ihrem todten Punkte *i* mittelst der Hängestange *ie* an einem doppelarmigen Hebel *efd* aufgehangen, dessen Drehpunkt *f* ist. An dem anderen Arme *fd* dieses Hebels hängt ebenfalls mittelst eines Gliedes *gd* die Schubstange *gb*.

Wie der zweiarmige Hebel *dfe* mit dem Steuerhebel (Reversirhebel) *lm* des Maschinisten durch die Zugstange *hk* in Verbindung steht, erhellt ohne Weiteres aus der Abbildung.

Aus dieser Zusammenstellung folgt, dass beim Drehen des Hebels *efd* immer gleichzeitig ein Heben der Coulisse *cc*, ein Senken der Lenkstange *ab* und mit ihr des Gleitklotzes erfolgt, umgekehrt, dass die Coulisse sinkt, wenn der Gleitklotz in derselben steigt.

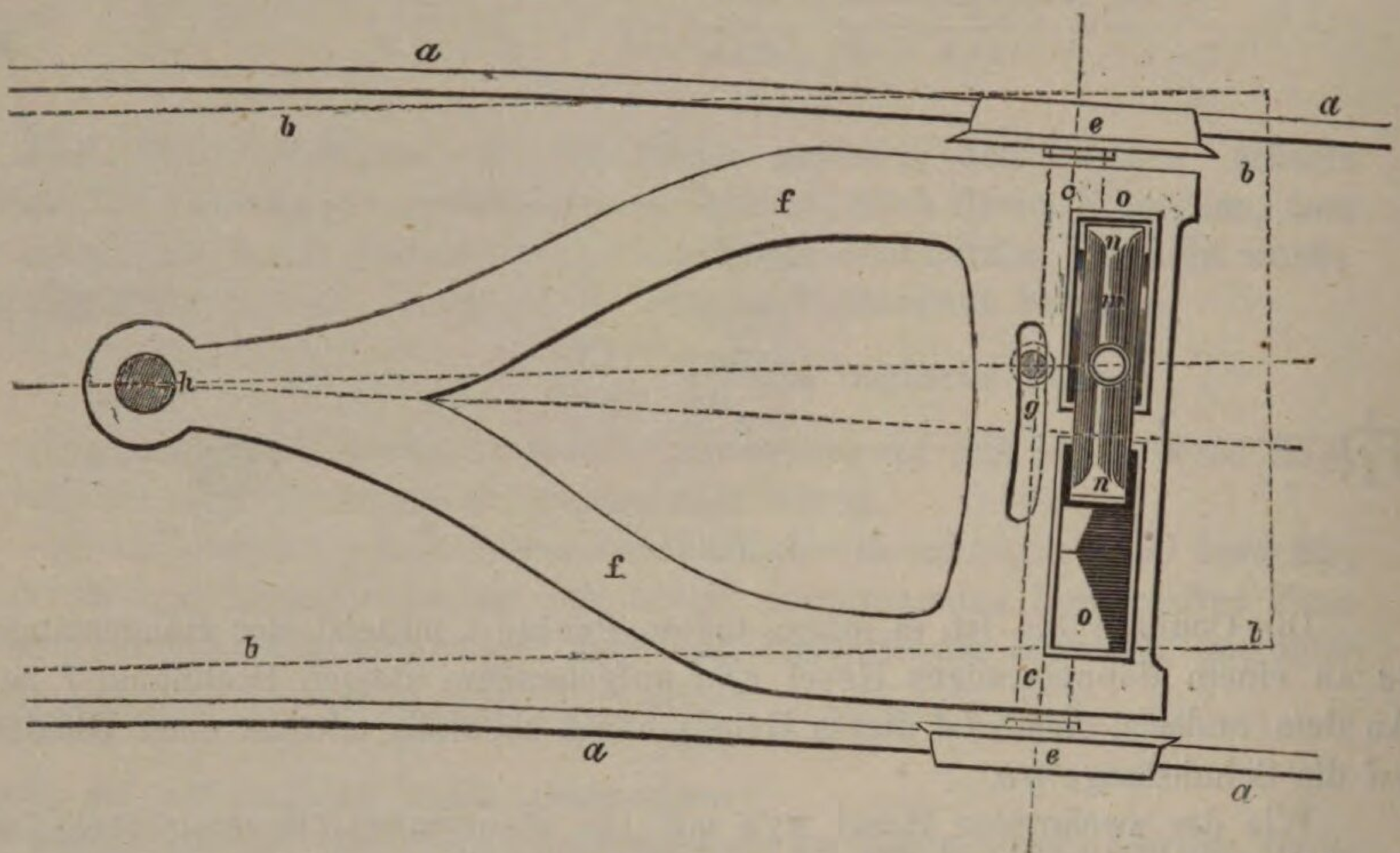
1) Ueber die Nachtheile derartiger Zwillings-Locomotiven handelt auch ein Aufsatz des Ingenieurs Fink in Wien, in Heusinger's Organ, Neue Folge, Bd. 3 (1866), S. 69.

2) Zuerst beschrieben und abgebildet in den Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers 1856, p. 70, Pl. 55. Nach Zeuner's Angaben „die Schiebersteuerungen", zweite Auflage 1862, S. 7 und S. 100 hat fast gleichzeitig eine Steuerung mit gerader Coulisse der Constructeur Frick der Esslinger Locomotivbauanstalt erfunden.

In letzteren Beziehungen ist Allan's Coulisse gleichsam als eine Combination der Stephenson'schen und Gooch'schen Coulisse zu betrachten. Mit der Stephenson'schen Coulisse hat die Allan'sche die Veränderlichkeit des Voreilens, jedoch in geringerem Grade gemein. So sinnreich diese Steuerung aber auch genannt zu werden verdient, so vortheilhaft sie ferner für tiefe Kessellage sein mag, auch das Gegengewicht für den Reversirhebel entbehrlich macht, so wird sie doch nie allgemein ein Ersatz der Stephenson'schen Coulisse werden, die immer noch die einfachste von allen ist[1]).

Vom Jahre 1858 datirt auch das englische Patent des Amerikaners Levi Bissel[2]) auf einen verbesserten Truck, wobei der Drehbolzen nicht (wie bei der Norris-Locomotive Fig. 205 u. 206) unmittelbar über dem Räderviereke, in dessen Mitte und unter der Rauchkiste, sondern etwas hinter dem Truck, rückwärts unter dem Kessel angebracht ist. Um die Dampfcylinder

Fig. 235.



1) Ebenfalls für die allgemeine Verwendung zu complicirt ist eine übrigens höchst beachtenswerthe Coulissensteuerung mit einem einzigen Excentrik, welche der Oberingenieur Heusinger von Waldegg bereits 1851 in Ausführung brachte (Organ, Neue Folge, 1866, S. 222). Hierbei ist ebenfalls (wie mit Gooch's Coulisse) ein constantes Voreilen erreicht, während sie hinsichtlich der Dampfvertheilung mit den übrigen Coulissen auf gleicher Stufe steht. Die Maschinenmodellsammlung der polytechnischen Schule zu Hannover besitzt bereits seit 1854 ein sehr schönes (von Heusinger selbst gefertigtes und seiner Zeit in München ausgestelltes) Modell dieser Steuerung. (Näheres in Zeuner's „Schiebersteuerung", 2. Auflage, S. 113.) In ganz neuer Zeit hat der belgische Ingenieur Walschaert die Heusinger'sche Coulissensteuerung wieder in Anwendung gebracht, ohne jedoch Heusinger zu erwähnen. Man sehe deshalb die völlig begründete Zurechtweisung des Letzteren in seinem Organe, Neue Folge, 1866, S. 221.

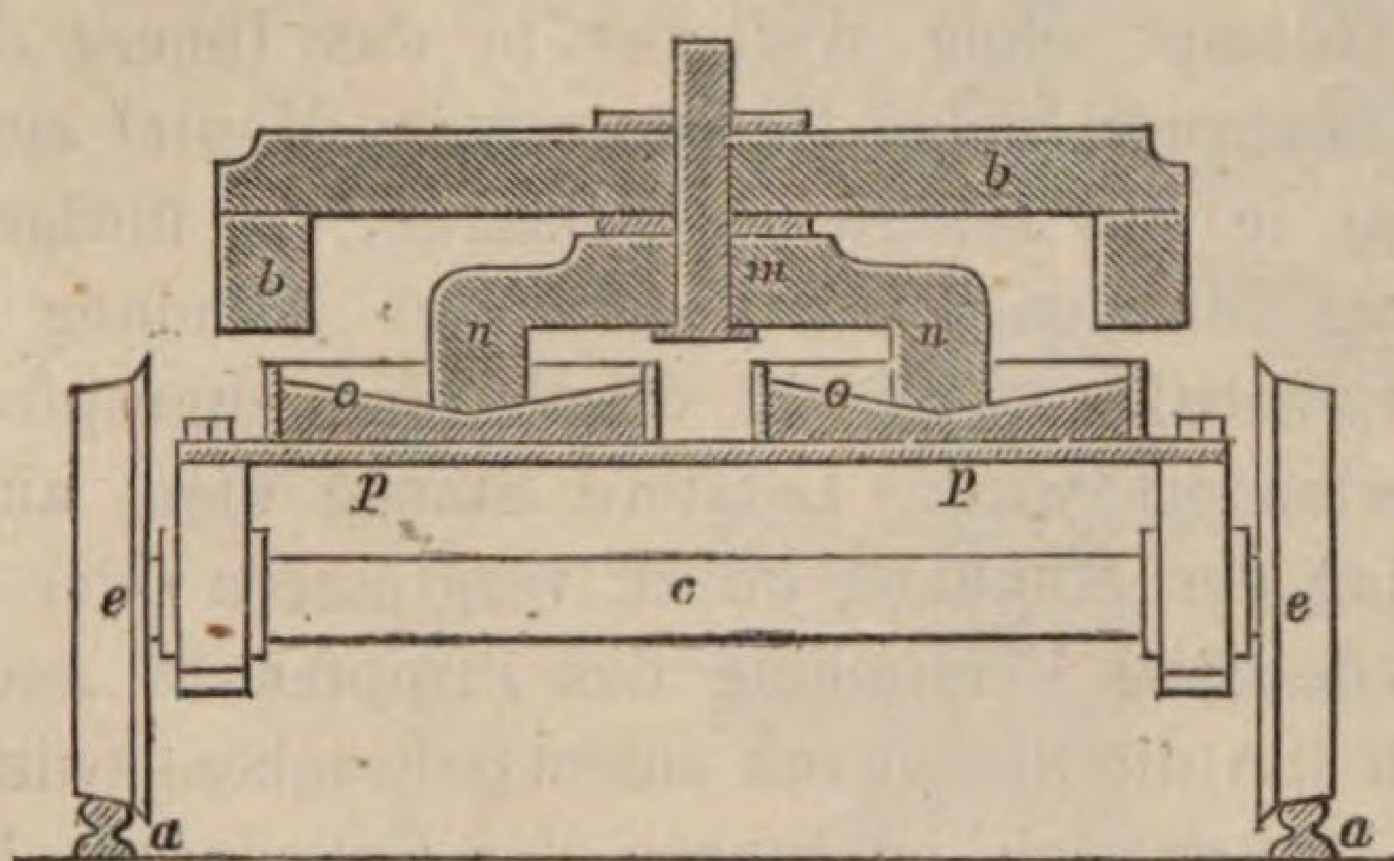
2) Patent Specification Nr. 2751 vom 1. December 1858.

besser anordnen zu können, reducirte Bissel nachher die vier Truckräder auf zwei[1]), so dass dann das hierbei nöthige Vordergestell im Grundrisse die Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks hat, in dessen Spitze der Drehbolzen liegt und dessen Grundlinie mit der Radachse zusammenfällt. Ein derartiger Drehwagen ohne Hinterachse hat offenbar den Vortheil, Curven mit viel geringerem Widerstand als ein vierrädriger Truck durchlaufen zu können und überdies vor dem Entgleisen der Maschine zu schützen.

Die Abbildungen Fig. 235 und 236 lassen das Nähere dieses zweirädrigen Bissel'schen Trucks hinlänglich erkennen.

Während die Bahnschienen mit *aa*, die Truckräder mit *ee* bezeichnet sind, wird durch das punktirt angegebene Rechteck *b b* der Locomotivrahmen angedeutet.

Fig. 236.



Nach dem Vorbemerkten erkennt man ohne Weiteres in *ff* das dreieckige Truckgestell, dessen Drehbolzen in *h* befindlich ist. Die Achshalter der Räder tragen einen festen Steg *p*, auf welchem zwei Platten *oo* befestigt sind, die aus zwei gegen einander schwach geneigten schiefen Ebenen bestehen. Mit letzteren correspondiren zwei unterwärts keilförmig gestaltete Blöcke oder Backen *nn*, die sich an einem Querriegel *m* befinden, der mit dem Maschinengestelle *bb* durch einen Drehbolzen in Verbindung gebracht ist. Diese Anordnung hat offenbar zur Folge, dass wenn in einer Bahnkrümmung das Truck-Räderpaar *ee* etwas verdreht wird, der auf *m* ruhende Gewichtstheil der Locomotive, mittelst der vorhandenen schiefen Flächen *nn* und *oo* den Parallelismus der Achsen von selbst wieder herstellt, sobald die Locomotive die betreffende Bahncurve durchlaufen hat und auf eine ihr folgende gerade Strecke gelangt ist.

In Deutschland war Richard Hartmann in Chemnitz[2]) der Erste, welcher Gebirgslocomotiven mit verbessertem Bissel'schen Truckgestell für sächsische Bahnen ausführte, woselbst sie zur Befahrung von Curven bis 90 Meter Radius und Steigungen von $^1/_{40}$ mit Vortheil angewandt werden sollen.

Als ein in der Geschichte der Eisenbahnlocomotive nicht unwichtiges Ereigniss im Jahre 1850 ist ferner die Einführung des Giffard'schen Injectors (der Dampfstrahlpumpe) zu betrachten, als Ersatz oder zur Ergänzung der sonst gebräuchlichen Kolbenpumpen, um dem Kessel in einfachster Weise auch dann noch das erforderliche Speisewasser zuzuführen, wenn die Locomotive für kürzere oder längere Zeit zum Stillstande gezwungen ist.

1) Patent Specification Nr. 2751 vom 3. März 1858.

2) Man sehe deshalb auch Colburn's „Locomotive Engineering" S. 109.

Obwohl sich das Princip des Injectors (wenigstens theilweis) auf Venturi's, Nicholson's u. A. Saugwirkungen bei der Bewegung von Flüssigkeiten in entsprechend gestalteten Röhren (S. 260 dieses Bandes in der Note) zurückführen lässt, und hiernach auch versucht worden ist, Giffard die Priorität der Erfindung streitig zu machen [1]), so ist es doch Thatsache, dass vor Giffard Niemand auf den Gedanken gekommen ist, die lebendige Kraft ausströmender Flüssigkeiten zu benutzen, um damit die lebendige Kraft des in einem Dampfkessel selbst unter hohem Drucke befindlichen Wassers derartig zu überwinden, dass eine Speisung des Kessels mit dem zur Dampferzeugung erforderlichen Wasser möglich wird.

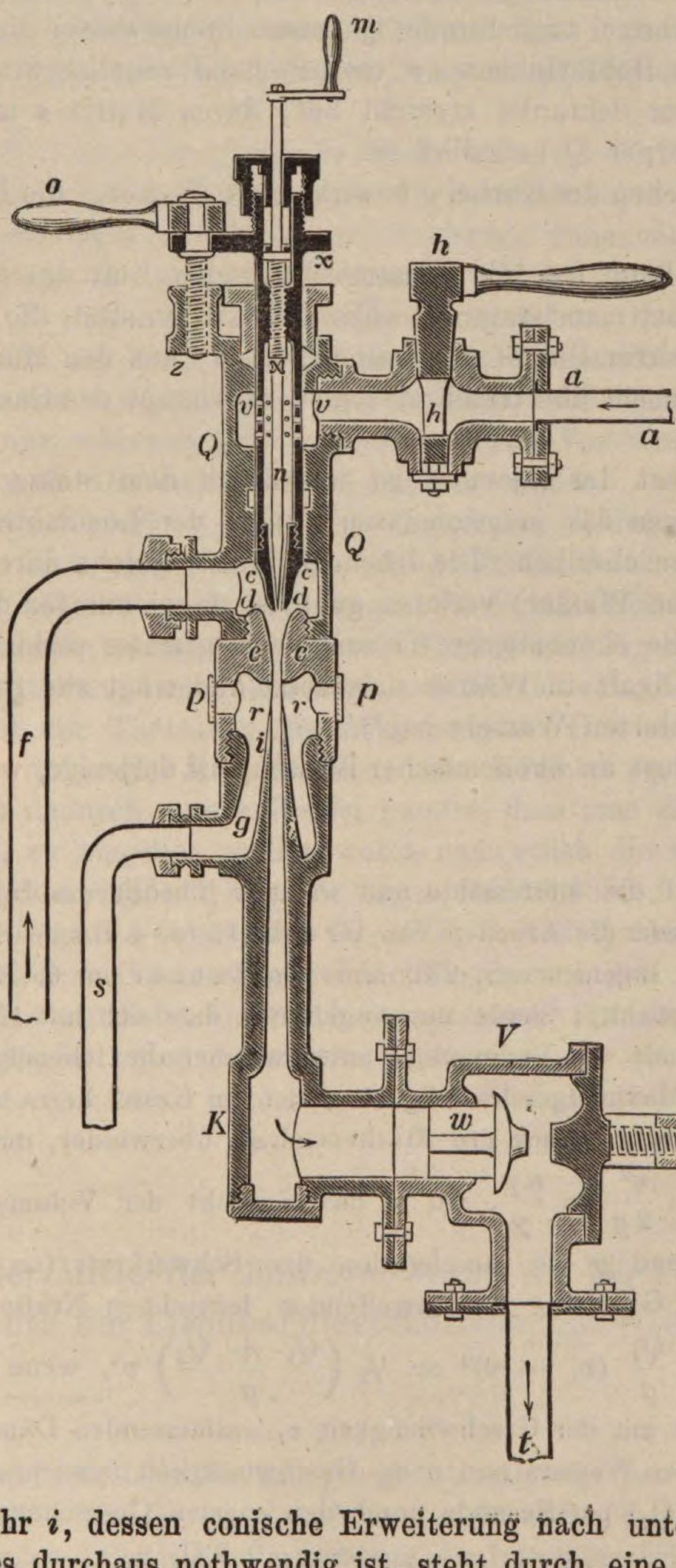
Fig. 237 zeigt den Injector im Verticaldurchschnitte nach der ursprünglich Giffard'schen Angabe (von Flaud in Paris ausgeführt). Das Rohr *a* steht mit dem Dampfraum eines Kessels derartig in Verbindung, dass nach Oeffnen des Hahnes *h* der Wasserdampf ohne Weiteres in das Innere des Apparates gelangen kann. Durch mehrere kleine Oeffnungen im Mantel eines Hohlcylinders *vv* strömt der Dampf in das Innere des letzteren, der übrigens in einen Kegel *cc* mit kreisförmiger Mündung endet. Aus der Mündung *cc* tritt der Dampf in den Raum *dd*, sobald dies nicht durch eine zugespitzte Stange (conischer Pfropfen) *n* verhindert wird. Letztere Stange dient auch dazu, die ringförmige Ausflussöffnung der Mündung *cc* zu vergrössern oder zu verkleinern. Um die hierzu erforderliche Verstellung des Pfropfens *n* leicht ausführen zu können, ist nach oben hin die Stange mit einem Schraubengewinde *x* versehen, dessen unbewegliche Mutter sich im Innern des Cylinders *v* befindet. Durch Umdrehen der Kurbel *m* (am oberen Ende der Stange *n*) lässt sich hiernach die erforderliche Regulirung der aus *cc* strömenden Dampfmenge leicht bewirken. Der untere Theil dieses Dampfrohres wird von einer sogenannten Kammer *dd* umgeben, in welche ein Rohr *f* mündet und worin das Speisewasser vom Tender der Locomotive aus selbst zufliesst oder aus demselben angesogen wird (je nach der Höhenlage des Tenderwasserraumes).

Beim Anlassen des Apparates erzeugt das Ausströmen des Dampfes aus der ringförmigen Oeffnung *cc* sowohl in der Kammer *dd*, als auch im Rohre *f* einen luftverdünnten Raum, demzufolge eine saugende Wirkung, ähnlich wie beim Blasrohre (S. 260) der Locomotive entsteht. Das hierdurch aus *f* angesogene Wasser mischt sich bald mit dem Dampfe, condensirt diesen und beide Flüssigkeiten zusammen treten durch die bei *ee* gebildete Verengung in eine ursprünglich ebenfalls mit atmosphärischer Luft gefüllte zweite Kammer *rr*. In letzteren Raum gelangt jedoch nur dasjenige Condensationswasser, welches sich beim Ingangsetzen des Apparates bildet, sowie der Wasserüberschuss, welchen der Apparat bei nicht genauer Regulirung giebt. Bald nach dem Anlassen tritt vielmehr der aus angesaugtem Wasser und condensirtem Dampfe bestehende verhältnissmässig dünne Wasserstrahl mit sehr grosser Geschwindig-

1) Am meisten Ansprüche auf die Priorität der Giffard'schen Erfindung hat seiner Zeit der durch seine Federmanometer bekannte Pariser Mechaniker Bourdon (Bd. 1, S. 162) gemacht. Giffard's englisches Patent datirt übrigens vom 23. Juli 1858. Man sehe deshalb die betreffende Patent Specification Nr. 1665 desselben Jahres.

keit in ein mehr oder weniger langes conisches (nach unten hin sich erweiterndes) Rohr *ii*, dessen obere Mündung von der Unterfläche der Verengung *ee* um einen Centimeter (oder mehr) absteht und dessen Achse genau die Verlängerung der Achsen des Cylinders *vv* und des Körpers *ee* bildet.

Fig. 237.



Das Rohr *i*, dessen conische Erweiterung nach unten hin zur Wirkung des Apparates durchaus nothwendig ist, steht durch eine Rohrleitung *kvt* mit dem Wasserraume des Dampfkessels in Verbindung, wobei ein Ventil *w* eingeschaltet ist, welches sich nur nach der Kesselrichtung hin öffnet.

Wenn der Apparat nicht in Thätigkeit ist, wird das Ventil *w* durch den Ueberdruck im Kessel über den Druck der atmosphärischen Luft geschlossen,

dagegen wenn er arbeitet geöffnet, weil im Falle der Activität dem im Rohre *ii* ankommenden Wasserstrahle eine grössere lebendige Kraft innewohnt, als die ist, mit welcher das Kesselwasser bestrebt ist, sich durch das geöffnete Ventil in entgegengesetzter Richtung zu bewegen [1]).

Zu bemerken dürfte jetzt noch sein, dass zur Abführung des im Raume *rr* sich ansammelnden Wassers ein Canal *g* und ein Fallrohr *s* vorhanden ist, sowie dass das im Rohre *f* zu liefernde Quantum Speisewasser durch Höher- oder Tieferstellen des Hohlcylinders *vv* entsprechend regulirt wird, was man durch Anordnung einer Schraube erreicht hat, deren Mutter *z* in einem Ansatze oben am Gusskörper *Q* befindlich ist.

Geeignetes Umdrehen der Kurbel *o* bewirkt ohne Weiteres die beabsichtigte Regulirung.

Die Kammer *rr* kann frei mit der atmosphärischen Luft durch Oeffnungen *pp* communiciren, wobei man letztere gewöhnlich dazu benutzt, die combinirten Flüssigkeiten (condensirter Dampf und kaltes Wasser) aus den Mündungen des Körpers *ee* in den Conus *i* übertreten zu sehen, überhaupt den Gang des Apparates zu beobachten.

Der enorme Effect des Injectors ist wesentlich dem Stosse des schnell bewegten Dampfes gegen das langsam (vom Tender der Locomotive aus) herströmende Wasser zuzuschreiben. Die lebendige Kraft, welche durch den Stoss (gegen das unelastische Wasser) verloren geht, ist dabei nur für die mechanische, nicht aber für die ökonomische Wirkung des Apparates verloren, vielmehr wird diese lebendige Kraft in Wärme umgesetzt und trägt zur Erhöhung der Temperatur des geförderten Wassers bei [2]).

Der einzige Verlust an ökonomischer Leistung ist derjenige, welcher durch

1) Ohne hier auf die interessante und wichtige Theorie des Injectors einzugehen (wozu der Verfasser die Arbeiten von Grashoff im 4. Bande der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure S. 231 und von Zeuner im 6. Bd. des Civil-Ingenieurs, S. 311 empfiehlt), werde nur angeführt, dass sich mit Hinweglassung der passiven Widerstände die Bedingung, unter welcher die lebendige Kraft der dem Wasser ertheilten Maximalgeschwindigkeit v den im Kessel herrschenden Druck np (n Atmosphären, bei p Druck pro Flächeneinheit) überwindet, durch die Gleichung ausdrücken lässt: $\frac{v^2}{2g} = \frac{np}{\gamma}$, wo γ das Gewicht der Volumeneinheit des Wassers bezeichnet, und g die Acceleration der Schwerkraft (= 9,81 Meter) ist. Sowie, dass die Gleichung der betreffenden lebendigen Kräfte die Gestalt hat: $\frac{1}{2} \frac{Q_1}{g} v_1^2 - \frac{1}{2} \frac{Q_1}{g} (v_1 - v)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{Q_1 + Q_2}{g}\right) v^2$, wenn Q_1 das Gewicht des pro Secunde mit der Geschwindigkeit v_1 ausfliessenden Dampfes, Q_2 des per Secunde angesaugten Wassers und v die Geschwindigkeit bezeichnet, womit die Wassermenge ($Q_1 + Q_2$) per Secunde durch den engsten Querschnitt der Leitung hindurchfliesst. Aus dieser Gleichung folgt: $v = \frac{2 Q_1 v_1}{2 Q_1 + Q_2}$, ein Werth, der Aehnlichkeit mit einem Satze vom Stosse zweier isolirter, unelastischer Körper hat. Weiteres in der Grashoff'schen Arbeit a. a. O. S. 231 u. s. w.

2) Grashoff a. a. O. S. 230.

Wärmeleitung und Strahlung aus den Wandungen des Apparates und zugehöriger Rohre in die Umgebung bedingt wird.

Ungeachtet dieser genannten Tugenden und Vorzüge des Injectors (den Kolbenpumpen gegenüber) ist es doch nothwendig, auf einige Mängel desselben aufmerksam zu machen, die hauptsächlich darin bestehen, dass der Apparat durch in demselben sich bildende Niederschläge (Kesselstein) leicht versagen und überhaupt nicht benutzt werden kann, wenn man vorgewärmtes Wasser zur Kesselspeisung verwendet, dessen Temperatur 40 Grad Celsius (und mehr) beträgt [1]).

Es dürfte hier die geeignete Stelle sein, der Vorwärmanordnungen für das Tenderwasser (Kesselspeisewasser der Locomotive) zu gedenken, die durch Einführung der Injectoren ganz der Geschichte anheimfallen werden. So viel uns bewusst, war es im Jahre 1851, wo der Maschinendirector Kirchweger in Hannover den durch die Maschine verbrauchten Dampf dadurch nutzbar machte, dass er nur so viel Dampf durch das Blasrohr (den Exhaustor) entweichen liess, als zur Herstellung des Luftzuges im Schornstein der Locomotive erforderlich war, während der übrige Dampf zum Vorwärmen des Speisewassers in den Tender der Locomotive zurückgeleitet wurde. Art und Weise der Ausführung dieser Kirchweger'schen Anordnung findet sich beschrieben und abgebildet in Heusinger's Organ, Bd. 7 (1852), S. 1.

Welche Einwände man auch gegen die Nützlichkeit und den Effect dieser Vorwärmanordnung vorzubringen gesucht hat (Chillingworth in Nr. 22 u. 23 der Eisenbahnzeitung vom Jahre 1853 und Welkner „die Locomotive" S. 79), so steht doch die Thatsache der Ersparung an Heizmaterial unbedingt fest. Ueberhaupt wurde die Brauchbarkeit der Kirchweger'chen Vorwärmanordnung auch dadurch ausser Zweifel gesetzt, dass man die Patentirung derselben mehrfach zu umgehen suchte, wohin namentlich die veränderten Constructionen von Ehrhard (Heusinger's Organ, Bd. 10, 1855, S. 95), und von Rohrbeck (Heusinger's Organ, Bd. 10, 1855, S. 122) gehören. In jüngster Zeit wird von ähnlichen Condensationsvorrichtungen bei den unterirdischen Eisenbahnen Londons nützlicher Gebrauch gemacht, weil dort das Ausströmen des verbrauchten Dampfes geradezu untersagt ist.

§. 23.

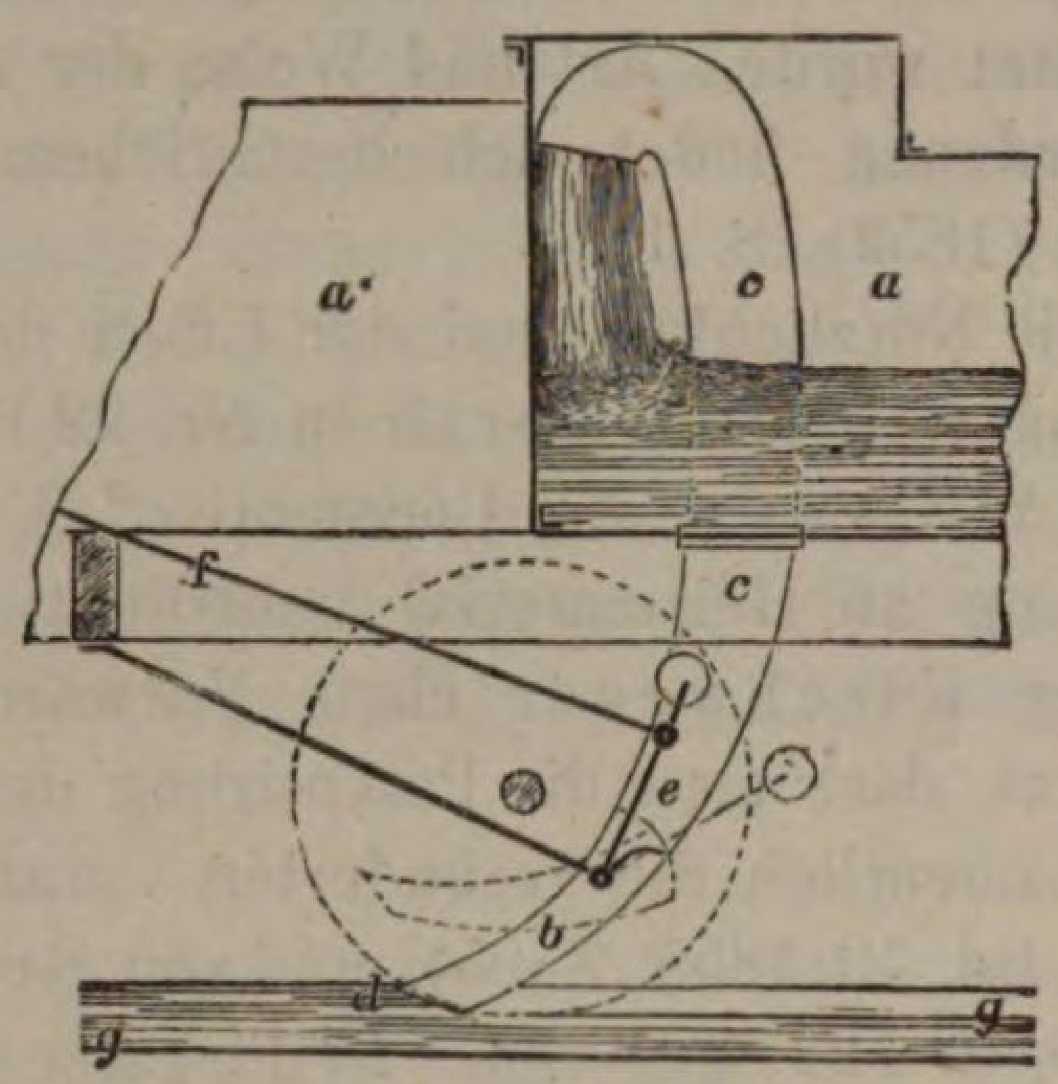
Von der Mitte der fünfziger Jahre an bis zur Gegenwart hat die Geschichte der Eisenbahnlocomotiven, im Wesentlichen, eigent-

1) Ausführliche Literatur und gut gefasste Auszüge betreffender Arbeiten über Injectoren enthält Dr. Grothe's „Jahresbericht über die Fortschritte der mechanischen Technik." Ueber die Verwendung der Injectoren bei Eisenbahnlocomotiven und über neuere Verbesserungen derselben handeln mehrfache Aufsätze in den Annales des Mines, Tome 17 (1860), p. 321 und im Heusinger'schen Organe Jahrgang 1864, S. 41 u. 143, ferner Jahrgang 1865, S. 31 (Versuchsresultate von Turk), S. 33 und endlich auch Jahrgang 1866, S. 178.

lich nur drei wichtige Ereignisse zu verzeichnen, nämlich die Einführung der Steinkohlen als Heizmaterial statt der Cokes; Bestrebungen, die Stabilität der Locomotiven zu erhöhen und schädliche Einflüsse auf den gleichförmigen Fortlauf der Maschinen (Bewegungsstörungen) möglichst zu beseitigen, und drittens, die Verfolgung des Problems, allseitig zufriedenstellende Berg- und Lastzugs-Locomotiven zu construiren [1]).

1) Unter den minder wichtigen, aber doch bemerkenswerthen eigenthümlichen Constructionen im Gebiete der Eisenbahnlocomotiven dürfte Ramsbottom's (in Crewe) selbstfüllender Tender (Fig. 237) zu erwähnen sein. Mit einem gewöhnlichen Munitionswagen für Wasser a und Kessel a^1 ist nämlich eine gekrümmte Röhre bc von rechtwinkligem Querschnitte verbunden, welche aus zwei Theilen b und c besteht. Der untere Theil b (Schaufel, scoop) mit einer Mündung d von 2 Zoll Höhe und 10 Zoll Breite lässt sich durch eine Hebel- und Zugstangenanordnung f drehen, so dass derselbe vom Stande des Führers aus gehoben und gesenkt werden kann. Auf der Eisenbahn, in der Mitte zwischen den Schienen sind oben offene Tröge g von 18 Zoll Breite und 6 Zoll Tiefe gelagert, die man vor Ankunft eines Zuges mit Wasser füllt. Sobald nun bei gehörig schneller Bewegung das herabgelassene Rohrende b gegen das ruhig stehende Wasser trifft, wird ein Theil des letzteren zum Aufsteigen im Rohre und zwar zu einer Höhe $= h$ veranlasst, welche der Formel $= \frac{V^2}{2g}$, wo V die Fahrgeschwindigkeit bezeichnet, entsprechen würde, wenn Verluste durch Stoss oder Reibung nicht vorhanden wären. Ramsbottom wurde ursprünglich durch die Anforderung zu dieser eigenthümlichen Wasserversorgung genöthigt, dass die irländische Post (Irish Mail) zwischen London und Holyhead auf der $84^3/_4$ englische Meilen langen Strecke von Chester nach Holyhead ohne Anhalten in der Zeit von 2 Stunden 5 Minuten fahren sollte und bei schlechtem Wetter auf dieser Strecke bis zu 2400 Gallonen oder 384 Cubikfuss Wasser gebraucht wurden. Die Geschwindigkeit dieser Schnellfahrt von 40,67 englischen Meilen per Stunde oder 8,82 deutschen Meilen oder endlich 65,45 Kilometern entspricht fast 60 englischen Fuss (genau $59^2/_3$) Fuss per Secunde. Ramsbottom hatte eine Hubhöhe von $7^1/_2$ Fuss angeordnet. Angestellte Versuche lehrten, dass die Röhre bei 22 Meilen Fahrgeschwindigkeit per Stunde (wenn das Wetter gut war) schon hinlängliches Wasser lieferte. Speciell über diese Versuche handelt ein beachtenswerther Aufsatz in den Proceedings der Institution of Mechanical Engineers, Jahrgang 1861, S. 43. Ausser der genannten Eisenbahn sollen die Ramsbottom'schen selbstfüllenden Tender auch mit Er-

Fig. 237.



Was die Brennmaterialfrage anlangt, so ist es Thatsache, dass man schon in den ersten Zeiten der Stockton-Darlington-Eisenbahn Steinkohlen zum Heizen der Locomotiven benutzt hat, Cokes auch erst kurz nach Eröffnung der Liverpool-Manchester-Bahn allgemein als Ersatz auftraten und fast ausschliesslich bis ungefähr zum Jahre 1863 verwandt wurden, wo in England der Bedarf an Cokes mit der grossartigen Ausbreitung des Eisenbahnwesens derartig zugenommen hatte, dass es manchen Bahnverwaltungen geradezu unmöglich war, die erforderlichen Quanta aufzutreiben [1]).

Rechnet man hierzu die zweifellose Thatsache, dass bei Anwendung von Steinkohlen statt der Cokes eine Kostenersparniss von 30 bis 50 und mehr Procent [2]) eintreten kann, so waren offenbar hinlängliche Veranlassungen vorhanden, weshalb die allgemeinere Benutzung der Steinkohlen wieder schnell um sich griff. Eine, wenn auch minder wichtige Ursache, die allgemeine Verwendung zu verzögern, war die nicht unberechtigte Annahme, dass bei den verhältnissmässig so kleinen Rostflächen [3]), wie die sind,

folg Anwendung finden auf der London-North-Western-Bahn, zwischen Liverpool und Manchester u. s. w., worüber berichtet wird in Heusinger's Organ, Neue Folge, Bd. 3 (1866), S. 73. Selbst in Nordwales soll der Frost keine (?) Schwierigkeiten beim Gebrauche der Röhre veranlasst haben.

1) Cokes sind (hier als nicht unwichtig hervorzuheben) verkohlte Steinkohlen. Bei dieser Verkokung entweichen alle flüchtigen Theile in Gestalt von Gasarten, besonders Kohlenwasserstoff und ölbildendes Gas, Wasserdampf und andere flüchtige Producte, während der grösste Theil der Kohle nebst den in der Steinkohle enthaltenen erdigen Einmengungen zurückbleibt. Enthielt die rohe Steinkohle Schwefelkies, so wird auch dieser unter Verlust seines Schwefelgehaltes zersetzt, weshalb man denn im gemeinen Leben auch wohl den Ausdruck Abschwefeln hört, was insofern unrichtig ist, als etwa die Hälfte des Schwefels in den Cokes verbleibt. Die Hauptvorzüge der Cokes für Locomotivfeuerung sind ihre Porosität, ihr Verbrennen ohne Rauch und das Nichtverschlacken des Rostes. Die Brennkraft ist selten höher, oft geringer, als die guter Steinkohlen.

2) Zeuner, Civil-Ingenieur, Bd. 3 (1857), S. 262. Ein sehr wichtiger Vortheil der Steinkohlen als Heizmaterial der Locomotiven statt der Cokes ist noch der, dass letztere die Siederohre bei weitem mehr (oft doppelt so viel) abnutzen als Steinkohlen. Man sehe deshalb einen Aufsatz des Maschinenmeisters Strick in Bd. 6, S. 215 des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins.

3) Bei stationären Dampfkesseln hat (wie bereits Bd. 1, S. 493 erörtert wurde) die Erfahrung ergeben, dass die Fläche der betreffenden Roste für Steinkohlenfeuerungen per Pferdekraft etwa 1 Quadratfuss betragen muss, ein Verhältniss, was bei Locomotiven auszuführen geradezu unmöglich ist. Diesem Uebelstande

welche sich bei den Locomotiven anbringen lassen, die Verbrennung roher Steinkohlen überhaupt schon deshalb nicht vortheilhaft geschehen könne, weil man ihrer Nichtporosität und Schlackenbildung wegen nicht wohl bedeutendere als 6 Zoll hohe Schichten auf den Rost zu bringen vermöge, während sich die von den genannten üblen Eigenschaften freien Cokes in fast beliebig hohen Schichten aufhäufen liessen[1]).

Der wichtigste Grund des nur langsamen Ueberganges zur Steinkohlenfeuerung war aber die Entwicklung des unangenehmen dicken Rauches, der sowohl die Reisenden wie das Dienstpersonal belästigte und gleichzeitig auf alle Theile der Locomotive einen gewaltigen schädlichen Schmutz verbreitete.

Daher beginnen auch schon mit den ersten Versuchen, Steinkohlen als Heizmaterial der neueren Locomotiven zu verwenden, die Bemühungen, sogenannte rauchverzehrende Feuerungen zu construiren.

Das Princip fast aller dieser Anordnungen kommt hauptsächlich darauf hinaus, die bei der Destillation der Steinkohle entwickelten Gase rechtzeitig zu verbrennen und hierzu das erforderliche Quantum von Luft und Wärme (oder heisser Luft) zuzuführen[2]).

Schon 1837 theilten Gray und Chanter[3]) die Feuerkiste einer Loco-

hilft man allerdings durch das Blasrohr ab, indem dies einen lebhaften Luftzug hervorbringt; indess hat auch dies Mittel seine natürlichen Grenzen. Mit den vierziger Jahren hatte man allerdings (bei erhöhter Eisenbahnschienenstärke) überhaupt kräftigere Locomotiven zu construiren angefangen, die nicht nur grössere Rostflächen zuliessen, sondern die auch im Verhältniss zur geleisteten Arbeit das Verbrennen von viel weniger Heizmaterial erforderten.

1) Begreiflicher Weise jedoch nicht höher als bis zur unteren Feuerrohrreihe.

2) Man sehe auch das Capitel „Rauchverbrennungsapparate“ bei unbeweglichen Dampfkesseln in Bd. 1, S. 495. Mehr oder weniger ausführliche Uebersichten der bei Locomotiven versuchten Anordnungen zur Rauchverbrennung finden sich, mit Abbildungen ausgestattet, an folgenden Stellen: Clark, „On Coal-Burning and Feedwater Heating in Locomotive Engines“ in den Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. 19 (1860), p. 546; Clark, Recent Practice (Supplement zur Railway-Machinery) p. 25*—40*; Colburn, Locomotive Engineering, p. 92; Markham: „On the burning of coal instead of coke in locomotive engines“ in den Proceedings of the Instutition of Mechanical Engineers, 1860, p. 147; Bornemann: „Ueber die Locomotivheizung von Belpaire“ (nebst Beschreibung verschiedener älterer und neuerer Rauchverbrennungsanordnungen); nach den Annales des travaux publics de Belgique in Bornemann's Civilingenieur, Bd. 8 (1862), S. 114.

3) Abbildungen bei Clark a. a. O. p. 25*.

motive der Liverpool-Manchester-Bahn von unten nach oben in zwei über einander liegende Etagen, wobei die gegen den Horizont etwas geneigte doppelte Trennungswand einen durchbrochenen mit Wasser gefüllten Sieder (eine Wasserkammer) bildete. Der obere Etagenraum sollte die eigentliche Gas-Vermischungs- und Verbrennungskammer bilden.

Die untere der beiden Etagen enthielt zwei über einander liegende Roste. Auf dem oberen, grösseren (gewöhnlichen) Roste wurden Cokes, auf dem unteren, sehr kurzen, Steinkohlen verbrannt, wobei das beim oberen Roste durchfallende Brennmaterial vom unteren aufgenommen und nützlich verwandt wurde. Jede Abtheilung hatte Feuerthüren und war überdies mit zahlreichen Oeffnungen versehen, durch welche äussere Luft eintreten konnte. Eben solche Lufteinströmungen fanden durch Röhrchen im unteren Theile der Feuerkistenwände Statt. Die von unten eintretende Luft wurde erwärmt, indem sie durch den kleineren Rost trat, während die sich auf letzterem entwickelnden Gase das Cokesfeuer des darüber liegenden, grossen Rostes passirten. Endlich liess man noch Dampfstrahlen direct aus dem Kessel in den Schornstein blasen, wodurch ausser Zugbeförderung auch auf das Einhüllen des mehr oder weniger schwarzen Rauches gewirkt wurde.

Obwohl diese Zusammenstellung fast alle wesentlichen Theile später nachfolgender Apparate enthielt, so genügte sie den Anforderungen doch nicht und wurde wieder aufgegeben.

Auf der Mitland-Eisenbahn bemühte sich 1841 S. Hall um die Rauchverbrennung bei Locomotiven [1]), erst durch Anbringung von mehreren (18 zweizölligen) Oeffnungen in der hinteren Feuerkistenwand, unmittelbar unter den Heizröhren, für den Eintritt atmosphärischer Luft, nachher aber durch Hinzufügung eines aus feuerfesten Steinen gewölbten Schirms oder Bogens, der zwischen den gedachten Luftlöchern und den Heizröhren anfing und sich bis zur Mitte des Feuerkistenraumes schräg nach oben gerichtet erstreckte. Dieser Schirm sollte das sofortige Entweichen der von hinten eingetretenen frischen Luft in die Heizröhren verhindern, vorzüglich aber das Vermischen derselben mit den Verbrennungsproducten veranlassen. Ein zweiter Schirm, eine eiserne oben über der Feuerthüröffnung nach innen geneigte Platte [2]) (deflecting plate), sollte die Reflection der durch die gewöhnliche Thür eintretenden Luft nach unten hin bewirken. Obwohl die guten Eigenschaften dieser Anordnung unverkennbar sind, so führte sie dennoch Mängel mit sich, die ebenfalls ihre allgemeine Anwendung verhinderten und letztere auch nicht möglich machten, als später (1857) Garrow und ferner Jenkins dasselbe Princip wieder zur Anwendung bringen wollten [3]).

Auf der Liverpool-Manchester-Bahn theilte 1845 J. Dewrance die Feuerkiste einer Locomotive durch eine dünne verticale Quer-Wasserwand im Verhältniss von ziemlich wie 1:2 in zwei Räume, wovon der erste (kleinere)

1) Markham (in den citirten Proceedings etc. p. 151, Pl. 31).

2) Abbildungen ebendaselbst, S. 31.

3) Man sehe deshalb Clark's Recent Practice, p. 29* und Bornemann's Civilingenieur, Bd. 8 (1862), S. 120—122. Die vollständigsten Abbildungen aller dieser Apparate giebt jedoch Clark.

von der Heizthür aus gerechnet, einen gewöhnlichen Rost enthielt. Die Verbindung des ersten Raumes mit dem zweiten (grösseren) dahinter liegenden wurde durch horizontalgerichtete Röhrchen vermittelt, welche man durch die Wasserkammer gesteckt hatte. In die zweite oder Verbrennungskammer wurde wieder vorgewärmte atmosphärische Luft von unten aus zugeführt, sowie man auch vor den Rauchröhren einen geneigten Schirm (ähnlich wie bei Hall, jedoch aus Eisenblech) anbrachte. Auch diese Anordnung gab gute Resultate, war jedoch zu complicirt.

Von 1851 an erregen die Etagen- oder Treppenrostanordnungen bei den Locomotiven der französischen Nordbahn, welche Marsilly und Chobrzinski einführten, nicht geringes Aufsehen. Diese Treppenroste bestehen (wie die bei unbeweglichen Dampfkesseln, Bd. 1, S. 496, Note 1) aus treppenförmig über einander gelagerten und nicht horizontal neben einander befindlichen Roststäben, deren Abstand weit grösser sei kann, ohne dass Kohlenklein hindurchfällt, und wobei sich auf beschränktem Raume viel Luft einführen lässt. Unten enden diese Treppen in einem beweglichen horizontalen Roste, durch welchen die Schlacken entfernt werden. Da das Aufgeben des Brennmaterials am oberen Ende erfolgt und die Luft in Menge zwischen den Roststufen eintritt, so gleitet das frische Brennmaterial langsam verkokend über die Rostfläche hinab [1]).

Auch diese Treppenroste wurden wieder ganz oder theilweis verlassen, einmal, weil sie den Raum der Feuerkiste verkleinerten, ein anderes Mal, weil sie viel andere Uebelstände mit sich führten, wohin besonders das Abnutzen (Schmelzen) der Rostplatten gehört. Auch neuere Verbesserungen, wobei der Rauch fast gänzlich verbrennt, ehe er an den Röhren ankommt, unterliegen denselben Ausstellungen wie die älteren [2]).

Besonderes Aufsehen machten von 1855 an eine Zeitlang die Beattie'schen auf der London-South-Western Eisenbahn zuerst in Anwendung gebrachten Feuerkisten [3]), die auch bald nachher Beyer, Peacok & Comp. in Gorton bei Manchester für die belgische Westbahn ausführten [4]).

Hierbei ist die eigentliche Feuerkiste durch eine, mit den Seitenwänden communicirende, etwas nach vorn geneigte Wasserzunge in zwei getrennte Heizräume oder Kammern getheilt, wovon jede mit besonderem Roste und correspondirender Feuerthür versehen ist. Jede dieser Kammern ist mit feuerfesten Chamottesteinen nach oben hin gewölbartig abgedeckt. In diesen Gewölben sind schlitzförmige freie Zwischenräume angebracht. Hinter dem zweiten Gewölbe zieht sich die Feuerkammer bis auf eine kreisrunde Mittelöffnung zusammen, erweitert sich aber nachher wieder zu einem sogenannten

1) Abbildungen und Beschreibungen von Treppenrosten der französischen Nordbahn-Locomotiven und der Eisenbahn von Paris nach Orleans finden sich am besten in Bornemann's Civilingenieur, Bd. 3 (1857), S. 260, Tafel 30. Ferner in Perdonnet's Traité élémentaire des chemins de fer, Tafel 3, 1865, p. 146.

2) Civilingenieur, Bd. 8 (1862), S. 117.

3) Abbildungen bei Clark, a. a. O. p. 27* und bei Colburn a. a. O. p. 93.

4) Claus, Ueber Steinkohlenfeuerung und die Steinkohlenmaschinen nach Beattie's Patent: Heusinger's Organ, Bd. 13 (1858), S. 227, mit Abbildungen auf Tafel 17.

Gasverbrennungsraum. Beim Eingange in letztere, unmittelbar hinter der gedachten kreisförmigen Oeffnung, ist noch ein drittes System von Chamottesteinen und zwar in Form zusammengestellter dreizölliger Röhren aufgeführt.

Andere minder wichtige Dinge unerörtert lassend, ist zu bemerken, dass diese Feuerkiste eigentlich (mit Ausnahme der Treppenroste) eine Vereinigung fast sämmtlicher bereits vorher angewandter Rauchverbrennungsmittel war, wobei man namentlich den vergrösserten, sich tief in den Kessel hinein erstreckenden Feuerraum als einen Gegenstand besonderer Wichtigkeit für die Rauchverbrennung hervorheben muss.

Es bedarf jedoch wohl kaum der Erwähnung, dass auch diese Anordnung, allein ihrer Complicirtheit wegen, bereits aufgegeben ist.

Im Jahre 1858 versuchte Clark (der Autor der vortrefflichen, bereits vielfach citirten Locomotiv-Werke) in die Feuerkiste durch die Gewalt von Dampfstrahlen an mehreren Stellen frische Luft quer in die Flamme zu blasen. Der Dampf vertrat hier eigentlich die Stelle eines Gebläses, welches eine für die Verbrennung hinreichend grosse Menge heisser Luft beschaffte[1]). Obwohl man auf der Eastern-Counties-Eisenbahn von dieser Methode erfolgreichen Gebrauch gemacht haben soll, so ist auch von ihr später eine ausgedehntere Anwendung nicht gemacht worden.

In Frankreich bemühte sich Thierry, nach Clark's Princip den Steinkohlenrauch zu verbrennen, jedoch mit dem Unterschiede, dass er den Dampf nicht von der Seite, sondern aus einer Röhre über der Heizthür, also von oben und zwar in schiefer Richtung auf das Feuer blasen liess. Nach Perdonnet[2]) hat sich auf den Lyoner Bahnen Thierry's System nur für wenig rauchende Steinkohlen bewährt.

Von besserem Erfolge scheint die Ansicht Cudworth's (des Maschinenmeisters der London-Dover-Eisenbahn) zu sein, dass nämlich eine möglichst grosse Rostfläche wesentlich zur zweckmässigen Verbrennung der Steinkohlen beitragen könne, weshalb derselbe (über 6 Fuss) lange Feuerkisten anordnete und um den Radstand nicht unvortheilhaft vergrössern zu müssen, eine der Triebachsen unter dem Roste anbrachte[3]). Dabei theilte er zugleich die Feuerkiste der Länge nach durch eine Wasserkammer in zwei Abtheilungen (jede mit selbstständigem Roste, so dass zwei wechselweise zu beschickende Feuerräume gebildet wurden), welche sich ungefähr einen Fuss vor der Rohrwand vereinigten. Die Kohlen wurden hier, nach Oeffnung der in horizontalen Scharnieren aufgehangenen und mit Luftöffnungen versehenen Thüren vorn auf dem Roste angehäuft und rückten allmälig, nach Maassgabe der Verbrennung wieder vor, wodurch bei der grossen Rostlänge die sich entwickelnden Gase fast vollkommen verbrannten.

Ausserdem versah Cudworth seine Locomotiven noch mit einem direct

1) Clark's Recent Practice, p. 30* und Dingler's polyt. Journal, Bd. 160, S. 176.

2) Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 638, woselbst Thierry's Anordnung sich abgebildet findet.

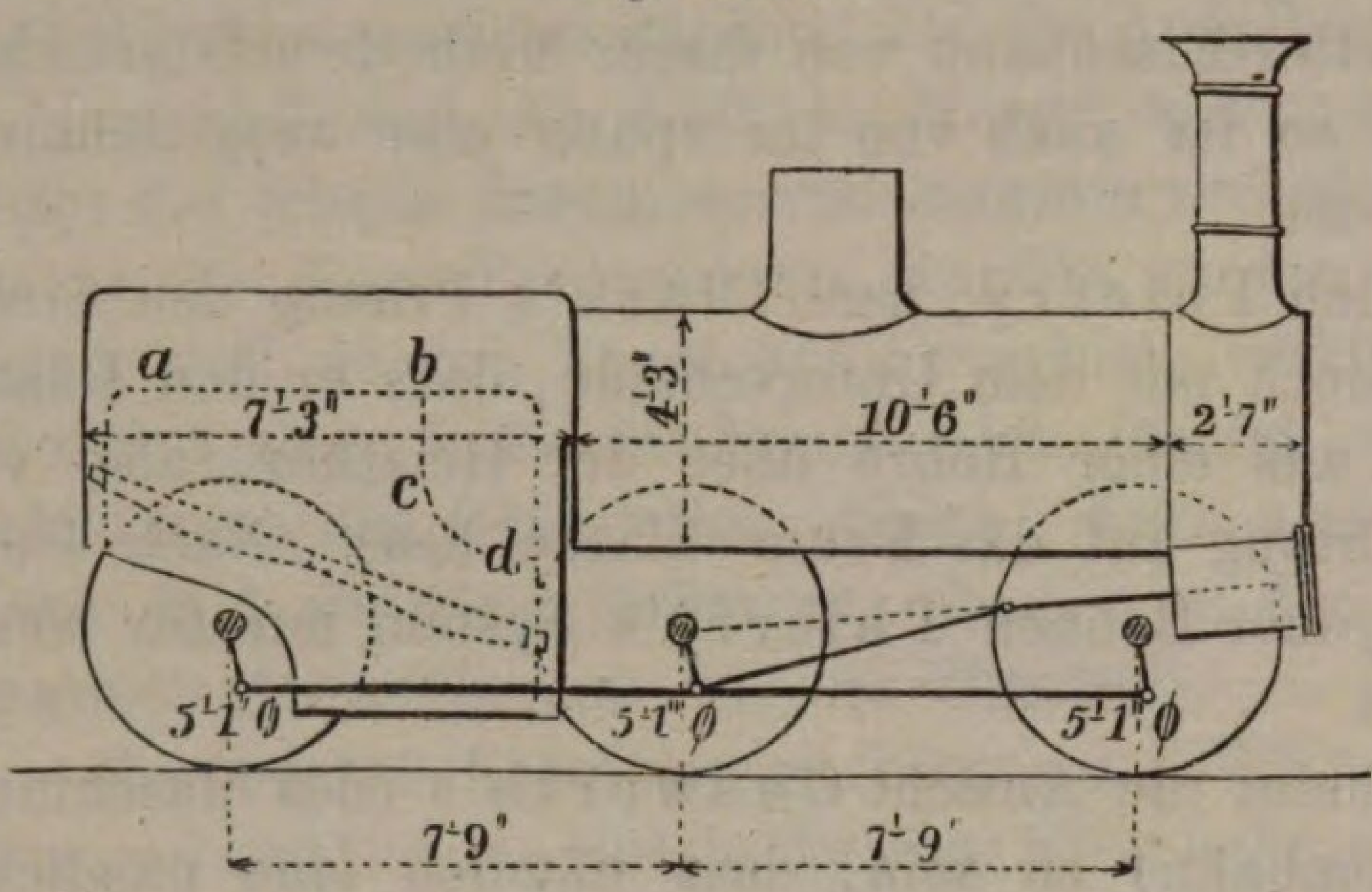
3) Patent Specification Nr. 878 von 1857. Ferner Claus im 15. Jahrgange 1860, S. 212, von Heusinger's Organ u. s. w.

vom Kessel in den Schornstein geleiteten Rohre, um beim Stillstande der Maschine den erforderlichen Zug durch einen Dampfstrahl herstellen zu können, der auch gleichzeitig einhüllend auf den Rauch wirkte.

Im Allgemeinen sollen sich diese Cudworth'schen Feuerkisten gut bewährt haben [1]), weshalb man sie auch trotz ihrer Schwere und kostspieligen Unterhaltung namentlich in England noch gegenwärtig verwendet. Unter Anderem hatten Sharp, Stewart & Comp. in Manchester zur Londoner internationalen Industrie-Ausstellung von 1862 eine Güterzuglocomotive eingesandt, die mit einer Cudworth'schen Feuerkiste von über 7 Fuss Länge ausgestattet war und wovon Fig. 238 eine Skizze zeigt.

Die Wasserkammer, welche, wie hervorgehoben wurde, die Feuerkiste der Länge nach in zwei Theile theilt, ist dabei durch die punktirten Linien *abcd* angedeutet. Am unteren Ende der ($27\frac{1}{2}$ Quadratfuss grossen) Rostfläche befindet sich eine (in unserer Skizze weggelassene) breite Klappe, um den Rost von Schlacke und Asche befreien zu können.

Fig. 238.



Diese Locomotive soll (beiläufig erwähnt) auf Steigungen von 1 : 100 und mit einer Geschwindigkeit von 5,5 deutschen oder 25,4 englischen Meilen pro Stunde 7000 Ctnr. (350 Tonnen) ziehen und dabei nur 115 Pfd. Kohle pro deutsche Meile (oder 25 Pfd. pro englische Meile) verbrauchen [2]).

Clark [3]) behauptet, bei guter Steinkohle in einer Maschine mit Cudworth's Feuerkiste 10 Pfd. Wasser mit 1 Pfd. Steinkohle verdampft zu haben und mit einer anderen eben so geordneten Maschine mit 8,6 Pfd. Steinkohlen dasselbe geleistet zu haben wie mit 8,2 Pfd. Cokes.

Tenbrink [4]) hat einen geneigten Rost zum Verkoken der Steinkohlen

1) Heusinger's Organ, Bd. 15, S. 213.

2) Specielleres über diese Maschine findet sich u. A. in Sammann's amtlichem Berichte über die Locomotiven der Londoner Ausstellung von 1862, Heft 17, Classe 5, S. 464 u. s. w. Hier werde nur noch bemerkt, dass die aussenliegenden Cylinder 17 Zoll Durchmesser und die Kolben 24 Zoll Hub haben. Diese Cylinder sind etwas geneigt, was geschehen ist, um der Vorderachse, welche gleiche Länge mit den übrigen Achsen hat, ausweichen zu können. Die Rahmen sind ausserhalb der Räder liegende. Die Gesammtheizfläche beträgt 1183 Quadratfuss (wovon 120 auf die Feuerkiste und 1063 auf die 189 Röhren kommen). Das gesammte auf den Rädern ruhende Gewicht beträgt bei gefüllter Maschine 640 Ctnr. (32 Tonnen).

3) Recent Practice p. 35*. In demselben Werke findet sich auch (Plate 14*) eine sehr schöne, nach Maassstab gezeichnete Abbildung (mit Text S. 81*) einer Cudworth'schen Passagier-Locomotive der London-South-Eastern-Eisenbahn.

4) Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 151 und Dingler's polyt. Journal, Bd. 167, S. 86.

und einen darauf folgenden zweiten horizontalen, auch kürzeren Rost zum Verbrennen der Cokes bei Locomotiven in Anwendung gebracht, ausserdem aber auch noch über den Rosten eine schräg liegende kupferne Wasserkammer (einen Sieder) gelagert und endlich unter der gewöhnlichen Heizthür eine Schlotte (la hotte) angebracht, deren Richtung mit der der ersten geneigten Roste übereinstimmt und worin atmosphärische Luft auf die Brennmaterialschicht geführt wird. Der schräge Sieder wirkt hier wie Hall's Schirm, d. h. er lenkt die Verbrennungsgase derartig ab, dass sie sich mit der frischen und vorgewärmten Luft vermengen müssen. Ueberdies will Tenbrink auch mit der durch den Schirm gebildeten Wasserkammer den Theil an Heizfläche der Feuerkiste ersetzen, welcher durch den geneigten Rost verloren geht.

Ungeachtet des höchst günstigen Berichtes des Herrn Couche über Tenbrink's Feuerkiste, in Folge dessen den französischen Eisenbahngesellschaften die Verpflichtung zu dieser Einrichtung auferlegt wurde, hat sich dieselbe gleichfalls auf die Dauer besonders deshalb nicht durchführen lassen, weil die ganze Anordnung bei schon bestehenden Locomotiven ohne sehr bedeutende Kosten nicht anzubringen ist, ganz besonders aber, weil der Sieder zu steten Reparaturen Veranlassung giebt und schliesslich die Rauchverbrennung (der kalten Luftzuführung wegen) nur auf Unkosten des Brennmaterials geschieht.

Von den neueren Bemühungen deutscher Ingenieure um die Rauchverbrennung bei Locomotiven mit Steinkohlenfeuerungen verdienen die eines Herren Stösger in Breslau besondere Erwähnung[1]). Derselbe führte bereits 1860 aus dem Aschenkasten ein Luftrohr unter die Mitte des Rostes, durchbrach letzteren daselbst und liess dies Rohr etwa 10 Zoll (254 Millimeter) über der Rostfläche münden, wobei es noch an derselben Stelle von starken Chamotteringen umgeben wurde. Ein stellbarer eiserner Deckel über der Rohrmündung verhinderte sowohl Hineinfallen von Kohle in das Luftrohr, als er auch die ausströmende Luft noch mehr erhitzte und sie zwang, alle Theile der Feuerkiste gehörig zu bestreichen. Die erste Erhitzung der Luft sollte im Aschenkasten, die zweite beim Bestreichen der Chamotteringe und die dritte im bereits erwähnten Deckel erfolgen, so zwar, dass die dem Feuer zugeführte Luft eine Temparatur von 360°C. besitzen soll[2]).

Nach Stösger's Versicherung soll sich Material und Arbeitslohn für einen solchen Apparat auf nur 30 Thaler (?) belaufen, sowie in dem unten citirten Referate angegeben wird[3]), dass die Unterhaltung desselben vollkommen durch die Ersparniss an Roststäben gedeckt wird, weil die mittleren langen Roststäbe, welche der Verbrennung zunächst unterworfen sind, ganz fehlen. Die Rauchverbrennung soll ohne grosse Aufmerksamkeit des Maschinisten ge-

1) Ausführliches giebt ein lesenswerther Aufsatz Herrn Stösger's: „Ueber verschiedene Vorrichtungen zur rauchlosen Verbrennung der Steinkohlen in Locomotiven und einen neuen Apparat dieser Art“, in Heusinger's Organ f. d. Eisenbahnwesen, Bd. 16, Jahrgang 1861, S. 49, der auch mit mehreren Tafeln Abbildungen begleitet ist.

2) Referate über Beantwortung von Fragen bei der Versammlung der Techniker deutscher Eisenbahn-Verwaltungen im September 1865 zu Dresden, S. 151.

3) A. a. O. p. 153.

nügen, sowie das Funkenwerfen, selbst ohne Funkenfänger, als sehr gering bezeichnet wird.

Leider stellen sich auch bei dieser Rauchverbrennungsvorrichtung mehrfache Nachtheile heraus, wohin vor Allem eine schnellere Zerstörung der Feuerkiste (durch die intensivere Hitze) gehört, so dass der Berichterstatter unserer Quelle ungefähr mit folgender Bemerkung schliesst: Könnte der Stösger'sche Rauchverbrennungs-Apparat aus Material hergestellt werden, welches schwerer verbrennlich ist als Chamotte und schwerer schmelzbar als Eisen, so würde derselbe für jede Kohlenart (auch für stark backende Kohle) mit grossem Vortheil zu verwenden sein.

Nach allen diesen Erfahrungen kann es nicht auffallen, wenn man neuerdings, mit wenigen Ausnahmen [1]), von den besonderen Apparaten zur Rauchverbrennung bei Steinkohlenfeuerungen der Locomotiven ganz abkommt und dafür versucht, mit gewöhnlichen Mitteln oder durch Verlängerungen der Feuerkisten und geeignete Rosten, einigermaassen genügende Resultate zu erlangen.

Was die gewöhnlichen Mittel anlangt, so bestehen diese vorzüglich in der richtigen Auswahl der Steinkohlen, in der Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit der Locomotivführer und Heizer, sowie in der Einführung von Geldprämien für gemachte Ersparung an Brennmaterial. Im Betreff der Kohlenauswahl haben die sächsischen und französischen Versuche gelehrt [2]), dass sich für Locomotiven vorzugsweise halbfette Kohlen (Sinterkohlen) mit einem Gehalte von 12 bis 20 Proc. an flüchtigen Bestandtheilen und mit 1 bis 5 Proc. Aschengehalt eignen. Fette Kohlen (bitumöse oder Backkohlen) mit 20 bis 26 Proc. Gehalt an flüchtigen Theilen backen zu sehr, entwickeln viel Rauch, verstopfen den Rost sehr bald und veranlassen dadurch ein häufiges Schlackenziehen. Fast noch unzweckmässiger sind flammende Steinkohlen (Gaskohlen), deren Flamme bis in die Rauchkiste streicht und welche dabei einen dicken Rauch entwickeln. Eben so wenig sind solche mit vorwaltendem Kohlengehalte (anthracitische [3])

1) Maschinenmeister Grüson in Hamburg empfiehlt neuerdings (Heusinger's Organ u. s. w., Jahrgang 1866, S. 106) die Anwendung des Hall-Jenkin'schen Feuerschirms zur Rauchverbrennung bei Locomotiven, indem er sich einen solchen Schirm aus Chamottemehl, für den Preis von 25 Sgr. selbst herstellt und hervorhebt, dass dessen Dauer, je nach der Leistung der Maschinen, 8 bis 12 Wochen beträgt.

2) Zeuner, Der Civilingenieur, Bd. 3 (1857), S. 259. Andere besondere hierher gehörige Regeln enthält ein den Annales des Mines entlehnter Aufsatz Bd. 6 (1860) der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, S. 473.

3) In Amerika, wo man gezwungen ist, an manchen Orten ausschliesslich Anthracit (eine Art natürliche Kohle oder Steinkohle mit überwiegendem Kohlenstoffgehalte, die wenig oder gar kein Bitumen enthält) statt Steinkohlen zu verbrennen, hilft man sich entweder durch die Grösse der Feuerkisten, indem man diese 7 bis 8 Fuss lang macht, oder man ordnet besondere Verbrennungskammern an, wie u. A. der Boardmann'sche Kessel ein solcher ist, wovon sich eine Durchschnittsabbildung in Colburn's Locomotive-Engineering p. 94 und eine äussere Ansicht in Clark's Recent Practice, p. 70* findet. Letzteres Werk am ausführlichsten über die Heizmaterialien (Holz, Anthracit- und bitumöse Kohle) der amerikanischen Locomotiven. Uebrigens kommen wir später im Abschnitte „Locomotiven der Gegenwart" auf diesen Gegenstand zurück.

Kohlen, Sandkohlen) anzuempfehlen [1]). Sogenannte Briquets (ein Fabrikat aus Kohlenklein und Steinkohlentheer) als Heizmaterial der Locomotiven haben sich wenigstens nicht allgemein bewährt, namentlich wenn sie aus schlechtem Kohlenklein fabricirt waren. Auch die Frage, ob bei ihnen der lästige Qualm ganz wegfällt, ist bald mit Ja, bald mit Nein beantwortet worden [2]).

Was die verlängerten Feuerkisten und geneigten Roste zur vortheilhaften Verbrennung von Steinkohlen anlangt, so haben sich mit den betreffenden Constructionen in jüngster Zeit namentlich der deutsche Ingenieur Behne [3]) und der belgische Ingenieur Belpaire [4]) beschäftigt, deren Anordnungen im Wesentlichen übereinstimmen, wobei jedoch Behne die Priorität beansprucht [5]).

Da wir später auf die Behne'sche (richtiger Behne-Kool'sche) Locomotive ausführlich zurückkommen, werde hinsichtlich der Belpaire'schen Construction Folgendes bemerkt. Auf halbfette Steinkohle Rücksicht genommen, hat die Feuerkiste 2,41 Meter (fast 8 Fuss Länge), so dass eine bedeutende Rostfläche erhalten wird, die überdies aus eng neben einander liegenden, nur 7 Millimeter dicken Stäben besteht, die, bei mageren und halbfetten Kohlen bloss 4 Millimeter Zwischenraum für die eintretende atmosphärische Luft lassen. Nach Cudworth's Vorgange (Fig. 238) stellt Belpaire die Hinterachse seiner Güterzuglocomotiven unter den allerdings viel schwächer geneigten Rost, wobei die Achse durch eine besondere Hülle gegen die Hitze verwahrt ist.

Was den zweiten im Eingange zum gegenwärtigem Paragraphen hervorgehobenen Gegenstand von Wichtigkeit in der neueren Geschichte der Locomotiven betrifft, nämlich das Bemühen, die störenden Einflüsse beim Fortlaufe der Locomotiven durch zweckmässige Constructionen (ausser den Gegengewichten an den Triebrädern) möglichst zu beseitigen, so verdienen höchstens die Maschinensysteme von Hall und Haswell [6]) der Erwähnung.

Hall's Locomotivensysteme Fig. 239 [7]) mit Aussencylindern und ebenfalls

1) Einen hierher gehörigen, lesenswerthen Artikel über die Anwendung von Steinkohlen zum Heizen der Locomotiven auf preussischen Bahnen enthält Bd. 2 (Neue Folge) des Heusinger'schen Organs (Jahrgang 1865), S. 38.

2) Ebendaselbst widerstreitende Resultate der Verwendung von Briquets. Ueber die Fabrikation der Briquets handelt ausführlich ein Aufsatz von Reder in der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, 1860, S. 161.

3) Grothe, Jahresbericht über die Fortschritte der mechanischen Technik u. s. w., Erster Jahrgang, S. 173.

4) Bornemann's Civilingenieur, Bd. 8 (1862), S. 114. Hauptsächlich ein aus dem Jahre 1860 stammender officieller Bericht über die Locomotivheizung von Belpaire, der mit einer ganzen Tafel Abbildungen begleitet ist.

5) Sammann, Bericht der Classe 5 der Londoner Industrie-Ausstellung vom Jahre 1842, Heft 17, S. 471.

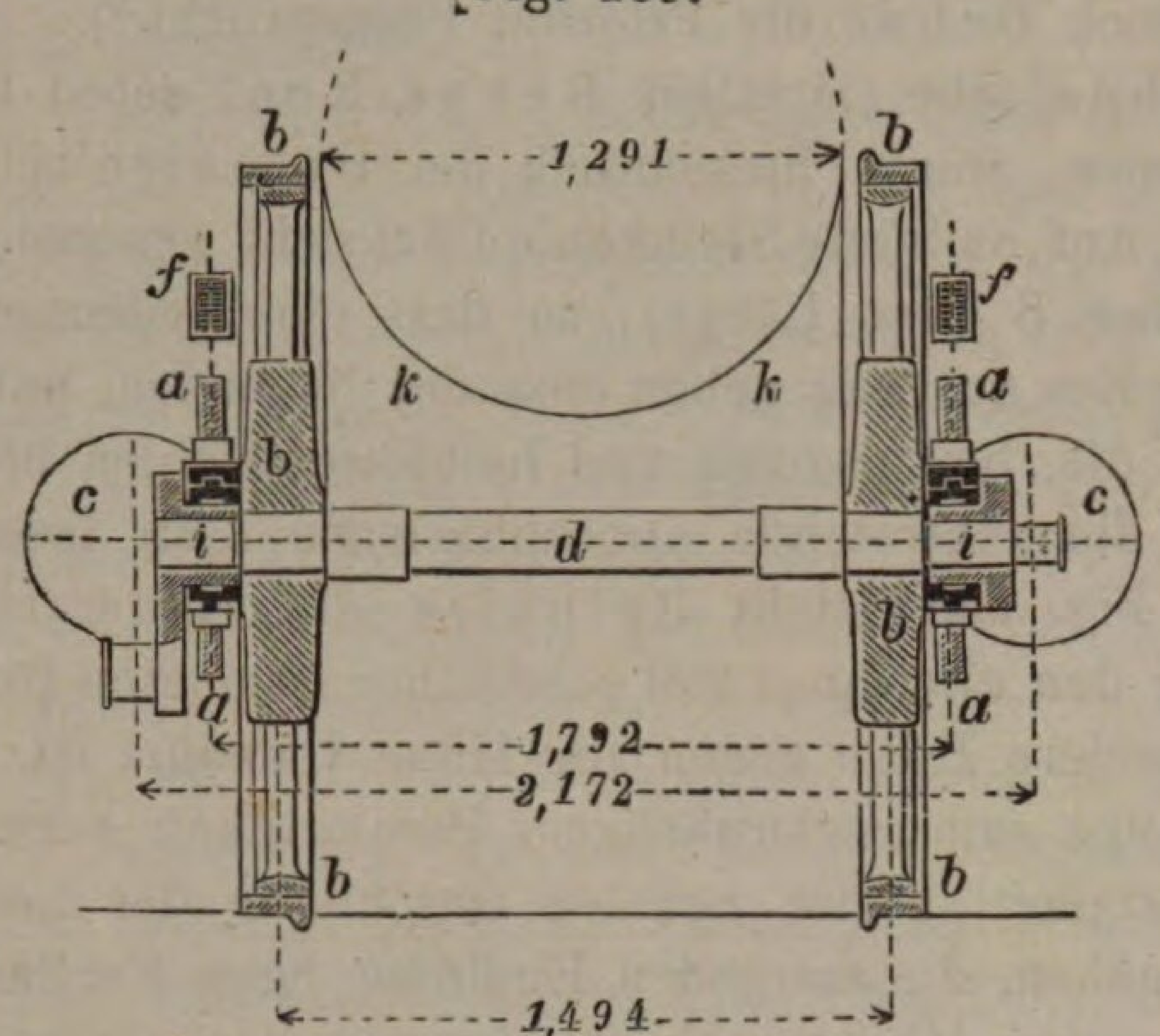
6) Hall, Director der Maffei'schen Locomotiv-Fabrik zu Hirschau bei München, und Haswell, Director der österreichischen Staatsbahnen-Maschinen-Fabrik in Wien, machten sich Beide bereits durch verschiedene Verbesserungen von Locomotivconstructionen und namentlich bei Gelegenheit der oben ausführlich erörterten Semmering-Concurrenz-Locomotiven verdient.

7) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins Bd. 15, Jahrgang 1863, S. 61.

Rahmen *aa* ausserhalb der Räder *bb* erinnert eigentlich nur an Forrester's (S. 273 besprochene) Locomotiven vom Jahre 1834 und als wesentlich neu kann lediglich die besondere Anordnung bezeichnet werden, dass die auf die Triebachse *d* gesteckte Kurbel *e* gleich den Lagerhals bildet, die Kurbel also nicht ausserhalb auf der verlängerten Achse *d* placirt wird, sondern mit ihrer Nabe *i* in einem Lager des Rahmens *aa* läuft, welches in unserer Abbildung durch schwarze Färbung hervorgehoben ist.

Die Vortheile dieser Anordnung sind jedenfalls übertrieben gerühmt worden, namentlich betrifft dies die Behauptung der viel ruhigeren und sichereren Bewegung der Locomotiven[1]), welche letztere von geschickten Constructeuren auch ohne die seltsame Kurbelanordnung herbeigeführt werden kann. Zu leugnen ist natürlich der Vortheil nicht, dass man durch Hall's Lagerung der Kurbelachse die Triebstangen und Cylindermittel dem Rahmen um 3 bis 4 Zoll näher rückt, ferner, dass die Federn geringer in Anspruch genommen werden, die Befestigung der Cylinder und Führungen etwas bequemer ist u. dgl. m. Zweifelhaft bleibt aber dennoch, ob alle diese Vortheile nicht durch den Nachtheil der sehr vergrösserten Achsenreibung aufgewogen werden. Beispielsweise vergrössert Hall's Construction die sonst $5^3/_4$ Zoll starken Achsen auf $8^1/_2$ Zoll und $6^1/_2$-zöllige auf $10^1/_2$ Zoll u. s. w.[2]).

Fig. 239.



Jedenfalls wird erst eine längere Erfahrung hierüber entscheiden müssen, wozu sich namentlich in Oesterreich Gelegenheit finden wird, indem dort Hunderte von Locomotiven nach Hall's Systeme im Gange sein sollen[3]).

1) Ueber die hier genannten und noch andere Vortheile, welche das Hall'sche System gewährt, sehe man den Abdruck eines Vortrags des Directors C. Schau der Wiener-Neustädter (Sigl'schen) Maschinenfabrik in Heusinger's Organ 1866, S. 32 u. s. w., welcher bei der vierzehnten Versammlung deutscher Architekten und Ingenieure (September 1864) gehalten wurde. Auf die besonders gedruckten überhaupt werthvollen Berichte dieser Versammlung möchten wir für Ingenieure jeder Gattung hierbei aufmerksam gemacht haben.

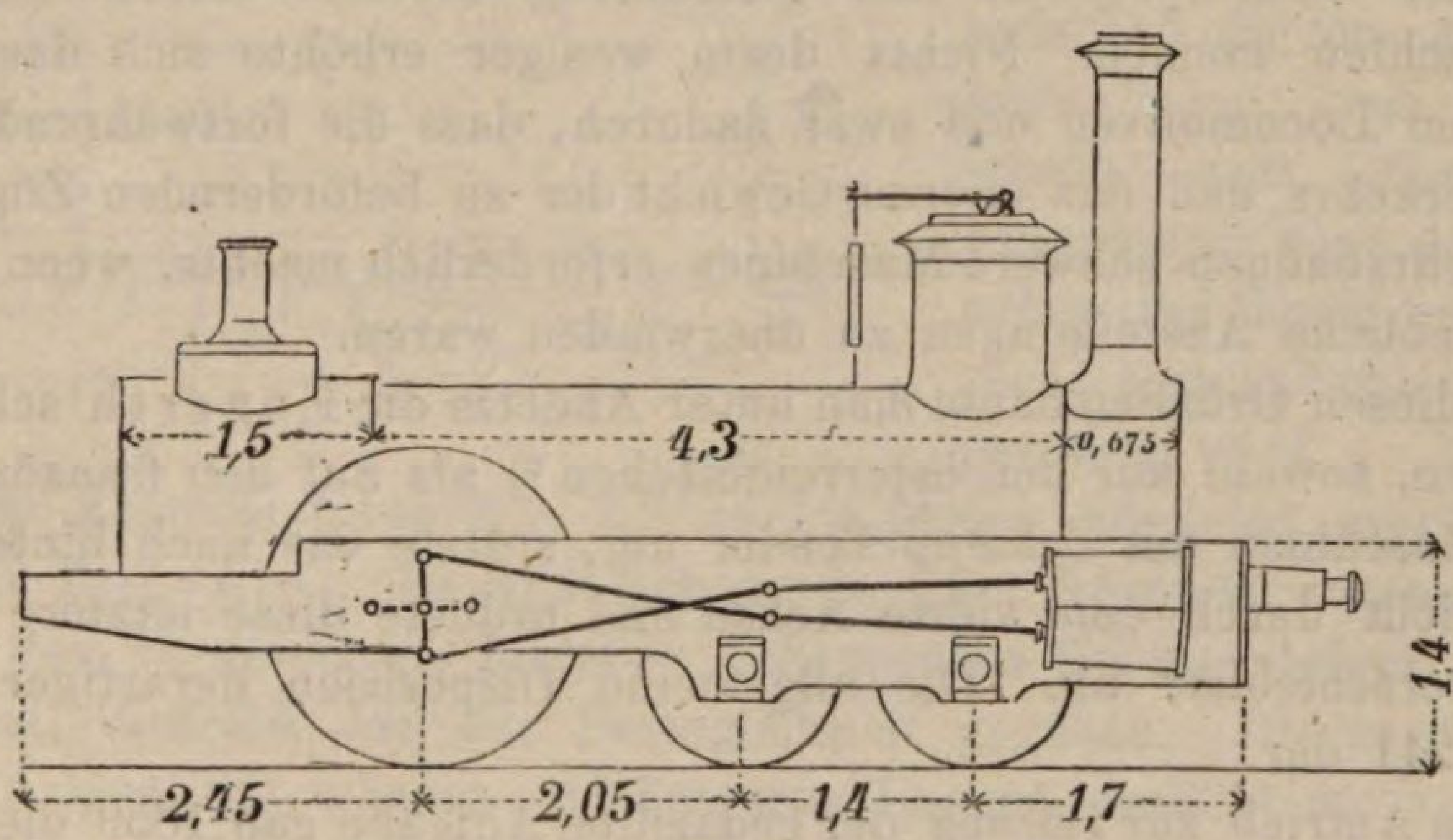
2) Die unserer Skizze, Fig. 238, eingeschriebenen Metermaasse beziehen sich auf eine Locomotive der österreichischen Bahnen. (Man sehe deshalb Jahrgang 1863 der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, S. 51.)

3) Director Schau a. a. O. p. 35. Unter Anderem lobt auch der Obermaschinenmeister Wöhler das Hall'sche System in seinem bereits oben citirten Aufsatze „den Locomotivbau betreffend" (Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 14, S. 449 u. 450). Dem Verfasser sind sehr erfahrene und rationell

Haswell's Schnellzuglocomotiven (Fig. 240) sollen ein Ausgleichen der bewegten Massen herbeiführen, ohne dass das Anbringen von Gegengewichten erforderlich wird, überhaupt diejenigen Störungen möglichst beseitigen, welche man mit dem Namen des Zuckens oder Ruckens (Vor- und Rückwärtsbewegung des Schwerpunktes des ganzen Rahmenbaues) und Schlängelns (Drehen der Locomotive um eine durch ihren Schwerpunkt gehende Verticalachse) bezeichnet [1].

Hierzu hat Haswell die betreffenden Locomotiven mit vier Dampfcylindern, auf jeder Seite zwei, ausgestattet, deren Lenkstangen auf einen vier-

Fig. 240.



warzigen Krummzapfen wirken, wobei die Warzen um je 90 Grad von einander entfernt sind, wie dies für gegenwärtigen Zweck hinlänglich aus unserer Skizze erhellt [2].

Uebrigens hat Haswell auch Hall's Patent, Aussenrahmen mit in denselben laufenden Kurbelnaben, in Anwendung gebracht, um möglichst alle Vortheile in einer Construction zu vereinigen.

Bei Versuchen mit einer derartigen Maschine auf der Wien-Neu-Szöner Eisenbahnstrecke soll sich die Annahme gerechtfertigt haben, dass bei Eilzug-Locomotiven, welche mit möglichst grosser Geschwindigkeit fahren, dies

gebildete Eisenbahn-Maschinentechniker bekannt, welche das Hall'sche System mehr tadeln als loben und ihm keine Zukunft prophezeien.

1) Eine ältere, vom englischen Ingenieur Bodmer seiner Zeit in Vorschlag gebrachte Idee zu gleichem Zwecke, nämlich in jedem Cylinder zwei sich gegen und von einander bewegende Kolben in Anwendung zu bringen (Bd. 1, S. 435, Note 22) wird später im Artikel „Gegengewichte an den Triebrädern der Locomotive" besprochen.

2) Die der Skizze (Fig. 240) eingeschriebenen Metermaasse beziehen sich auf die von Haswell zur Londoner Industrie-Ausstellung von 1862 gesandte Schnellzugmaschine „Duplex", worüber auch Sammann berichtet (Londoner Ausstellungsbericht, Heft 17, Classe 5, S. 476) und vollständige Beschreibung und Zeichnungen im vierzehnten Jahrgange (1862) der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, S. 111, Blatt 18 zu finden sind.

Vier-Cylinder-System sowohl wesentlich zur Erzielung eines ruhigen Ganges als auch zur Erhaltung der Bahn beitrage[1]).

Was endlich die dritte hervorzuhebende Angelegenheit im Bereiche der neueren Locomotivengeschichte, nämlich die Maschinen für starke Steigungen und scharfe Krümmungen anlangt, so ist hauptsächlich Folgendes zu berichten.

Am Ende der fünfziger Jahre waren weder die Ergebnisse der Engerth'schen Gebirgslocomotiven, besonders wegen der nicht bewährten Tenderkupplung, noch die der italienischen sogenannten Zwillingsmaschinen (auf der Giovi-Ansteigung), wegen zu grosser Abnutzung der Radreifen und Bahnschienen u. s. w., von der Art, dass man das Problem einer Locomotive von grosser vortheilhafter Adhäsionskraft und gleichzeitig kleinem Radstande als gelöst hätte betrachten können. Nichts desto weniger erhöhte sich das Bedürfniss nach solchen Locomotiven und zwar dadurch, dass die fortwährende Zunahme des Güterverkehrs und das enorme Gewicht der zu befördernden Züge auf allen Hauptverkehrsbahnen schwere Maschinen erforderlich machte, wenn auch nicht gerade erhebliche Ansteigungen zu überwinden waren.

Aus diesen Gründen baute man unter Anderm die Engerth'schen Tender-Locomotiven, sowohl auf den österreichischen[2]) als auf den französischen Bahnen[3]) in Maschinen mit Schlepp-Tender um, stützte das nach hinten überhängende Gewicht durch eine vierte Achse und ordnete diese letztere wohl auch seitwärts verschiebbar an. Die allgemeine Disposition derartiger Maschinen stellt Fig. 241 dar.

Neuen Antrieb zur Lösung der gedachten Aufgabe gab 1859 die Eisenbahn, welche den Verkehr über die Apenninen, zwischen Bologna und Pistoja vermitteln sollte[4]). Obgleich die hier zu überwindenden Schwierigkeiten geringer

1) Ausführlich über diese Versuche wird in der soeben citirten Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, S. 115 u. s. w. berichtet. Nicht unerwähnt dürfte von den mannigfachen sich hier findenden Details bleiben, dass für alle vier Cylinder nur zwei Dampfschieber vorhanden sind, die innerhalb der Rahmen liegen.

2) Fink, Ueber Locomotiven für starke Steigungen und scharfe Curven: Heusinger's Organ 1866, S. 70.

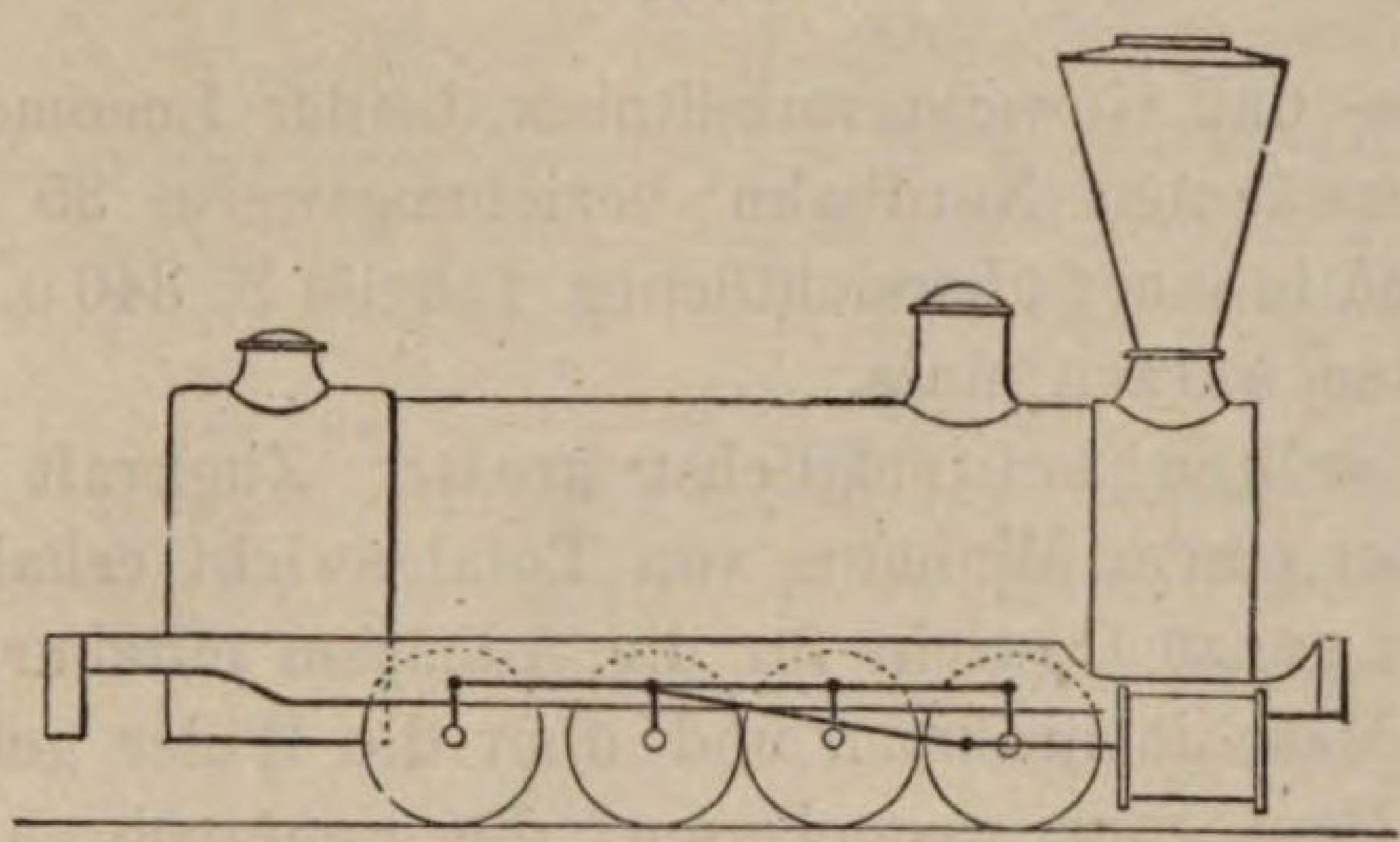
3) Couche, Die Abänderung der Engerth'schen Locomotiven durch das Etablissement in Creuzot: Annales des Mines, Serie 5, Tome 16 (1859), p. 141 u. 580; ferner, ebendaselbst Tome 17 (1860), p. 461; ferner in Armengaud's Publication Industrielle, Vol. 14, p. 284, Pl. 23 u. 24: „Locomotive Engerth, modifiée par Desgranges."

4) Das betreffende Programm verlangte von den Locomotiven, dass sie bei schlechtem Wetter 100 bis 110 Tonnen, bei günstiger Witterung aber 150 Tonnen über eine $23\frac{1}{2}$ Kilometer lange Strecke von $\frac{1}{40}$ Ansteigung, mit Curven von 300 Meter Radius in $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden zu schaffen im Stande seien. Dabei durfte keine Achse mit mehr als 12 Tonnen (12000 Kilogrammen) belastet werden. Man sehe hierüber einen interessanten Aufsatz des französischen Bergingenieurs Lebleu in den Annales des Mines, Serie 5, Tome 18 (1860), p. 599, sowie hieraus in Bornemann's Civilingenieur Bd. 8 (1862), S. 15 u. s. w. Ueber Beugniot's Locomotiven handelt ferner ein Aufsatz im Bullet. de la Soc. de Mülhouse, Tome 30 (1859) und hieraus in Heusinger's Organ Bd. 16 (1861), S. 89.

als bei der Semmeringbahn waren, auch der wahrscheinliche Verkehr dieser Apenninenlinie mit der von Wien nach Triest kaum zu vergleichen sein dürfte, so wurde doch der Chef der Köchlin'schen Maschinenfabrik in Mühlhausen (ein Herr Beugniot) wahrscheinlich vom Reize der Neuheit getrieben, eine besondere (?) Locomotive zu construiren.

In der Grundgesalt vom Engerth'schen Systeme ausgehend, stellte Beugniot eine zweicylindrige, achträdrige Locomotive her, deren vier Achsen (ähnlich wie in Fig. 241, nur gleich weit von einander abstehend) zwischen Feuer- und Rauchkiste liegen, und wobei die hinten weit überhängende Feuerkiste von der Vorderachse des damit verkuppelten sechsrädrigen Schlepp-Tenders getragen wird.

Fig. 241.



Um den Achsstand von 3 $\times$ 1,3 = 3,9 Meter möglichst unschädlich zu machen, hat Beugniot alle vier Achsen in zwei Gruppen zusammengefasst und sowohl dem vorderen wie hinteren Achsenpaare (in unrichtiger Auffassung des Principes) dieselbe Art der Beweglichkeit gegeben. Hierzu versieht er sämmtliche Achsen mit inneren und äusseren Lagern, umfasst die Achsbüchsen der inneren Lager mit den Enden horizontaler Balanciers, während sich auf der Mitte eines jeden der letzteren das betreffende Kesselgewicht mittelst kugelförmiger Zapfen in geeigneten Pfannen stützt[1]). Ausserdem legt Beugniot die Dampfcylinder so, dass sie weder outside noch inside genannt werden können, indem sie mitten auf die Räder zielen und eine Uebertragung der Kolbenbewegung auf die Achsen nöthig machen, die alle Mängel der Inside- und Outside-Locomotiven vereinigt.

Den gewaltigsten Anlauf zur Construction mächtiger Locomotiven haben neuerdings mehrere französische Ingenieure genommen, wovon jedoch nur die Anordnungen Petiet's, Flachat's und Thevenot's einige Beachtung verdienen[2]).

1) Die betreffenden Details erhellen am besten aus den guten Abbildungen des vorher citirten Bornemann'schen Civilingenieurs. Uebrigens datirt die ganze Anordnung zu einer seitlichen, parallelen Verschiebung der Truck-Achsen, welche zugleich deren Verkupplung zuliess, bereits aus den Jahren 1840 und 1842, wo sie Baldwin in Philadelphia für Amerika sich patentiren liess. Man sehe deshalb Colburn, Locomotive-Engineering, p. 85; ferner wird hierüber auch berichtet in Herz und Bendel's amerikanischen Reisenotizen (Erbkam, Zeitschrift für Bauwesen 1862, S. 102).

2) Ueber das Locomotivenproject eines gewissen Rarchaert mit gegliedertem Untergestell, 12 Rädern und 6 gekuppelten Achsen, ohne den Mechanismus in zwei Theile zu trennen, mit sogenannter doppelter Kupplung, unter Anbringung von Gegenkurbeln u. s. w., sehe man Heusinger's Organ, Jahrgang 1864, S. 128 und Jahrgang 1865, S. 28. Ferner sind die Maschinen von J. J Meyer

Petiet, Chef-Ingenieur der französischen Nordbahn, hat zwei Gattungen schwerer Güter-Locomotiven, beide Tendermaschinen (von Gouin in Paris erbaut), in Betrieb gebracht. Die Gattung von 1862 mit zwei Cylindern und vier gekuppelten Achsen unter dem Kessel findet sich als Skizze, mit XXI. bezeichnet, auf der lithographirten Tafel B. Die noch kräftigere zweite Gattung, gleichfalls Tendermaschine, vom Jahre 1863 hat 4 Cylinder und 6 Triebachsen und ist auf der erwähnten lithographirten Tafel als Skizze Fig. XXIII. zu finden.

Die hauptsächlichsten Maass- und Gewichtsverhältnisse beider Locomotivgattungen, wovon 1864 auf der erwähnten Nordbahn beziehungsweise 35 und 10 Stück [1]) im Betriebe waren, sind in einer übersichtlichen Tabelle S. 340 u. 341 zusammengestellt, worauf verwiesen werden muss.

Beide Maschinengattungen sollten bei möglichst grosser Zugkraft vor Allem viel Heiz- und Rostfläche bei einem Minimum von Totalgewicht erhalten. Um dies zu erreichen, wurde das ganze Gewicht für die Adhäsion nutzbar gemacht, die Feuerkiste über den Maschinenrahmen und über die Räder gelegt, der Dampfraum verringert, ein Dom ganz weggelassen, die Feuerröhrenzahl vermehrt u. dgl. m.

Damit ferner der Dampf den gehörigen Grad von Trockenheit erhalte, wurde über dem Kessel *b*, Fig. 242, parallel zur Längenrichtung desselben, ein Dampfreservoir *a* gebildet [2]), in welchem sich eine Anzahl dünner Röhren

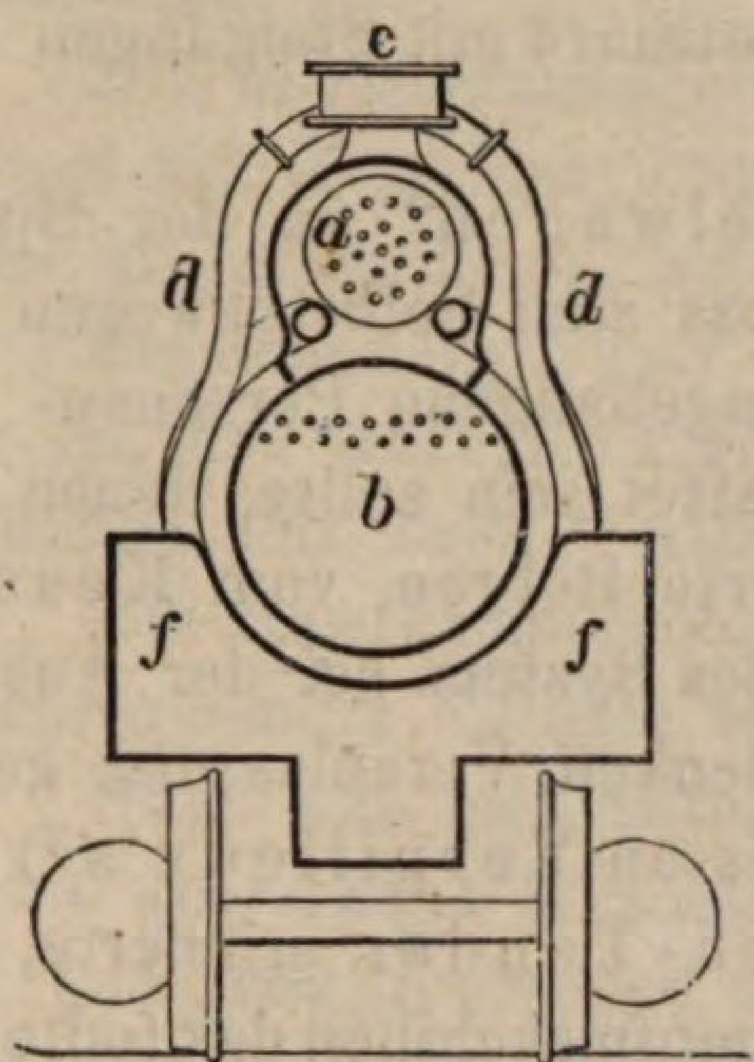
und Sohn in Paris zu erwähnen, mit ebenfalls 12 gekuppelten Rädern, jedoch in zwei Systeme (ähnlich wie bei Petiet'schen Locomotiven) oder Gruppen zu 6 Achsen vertheilt. Man sehe deshalb Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 601.

1) Heusinger's Organ, Jahrgang 1865, S. 56 und besonders Jahrgang 1866, S. 175 in einem Artikel, welcher die Ueberschrift trägt: „Ueber den Locomotivbau in Frankreich.“ Dann auch in dem bereits wiederholt citirten (Sammann'schen) amtlichen Berichte über die Locomotiven der Londoner internationalen Industrie-Ausstellung vom Jahre 1862, Heft 13, Classe 5, S. 483. Brüll, Etude sur les locomotives à marchandises de grande puissance, in den Mémoires etc. de la Soc. des Ingenieur-Civils, Année 17 (1864), p. 109. Ueber die viercylindrigen Petiet'schen Locomotiven ausschliesslich handelt, mit vier schönen Tafeln Abbildungen begleitet, ein Abschnitt in Bd. 16, S. 133, Jahrgang 1866 der Publication Industrielle des Machines etc. von Armengaud ainé. Petiet-Gouin'sche viercylindrige Maschinen wurden auch bereits für die spanische Bahn von Saragossa nach Alsasua erbaut. Beschreibung und Abbildung dieser Locomotiven enthält Oppermann's Portefeuille des machines, Janvier 1864 und hieraus Heusinger's Organ, Jahrgang 1864, S. 255.

2) Locomotivkessel ohne Dampfdome und statt letzterer mit einer durchlöcherten Röhre im Obertheile des Kessels parallel dessen Längenrichtung ausgestattet, scheint Hawthorn zuerst in Anwendung gebracht zu haben. Man sehe deshalb dessen Patent Specification vom 21. Mai 1839, Nr. 8277. Beyer, Peacock & Comp. haben neuerdings diese Hawthorn'schen Dampftrocknungsröhren bei Express-Personen-Locomotiven wieder in Anwendung gebracht, wovon sich unter Anderm eine schöne Abbildung in Colburn's Locomotive-Engineering Part 1, Plate 3 vorfindet. Beachtenswerthe Bemerkungen enthält der Text Part 4, p. 69.

befindet. Die heissen Gase (Verbrennungsproducte), welche aus der Rauchkammer kommen, ziehen theils durch diese Röhren, theils umspielen sie das Dampfreservoir. Da ferner die Erhöhung der Feuerkiste über den Rädern, die Dampftrockenkammer *a* und endlich der Regulatorkasten *c* mit dem Dampfabsperr- und Regulirungsschieber nicht genug Raum für einen vertical stehenden Schornstein boten, so war man gezwungen, denselben in fast horizontaler Lage über dem Kessel anzubringen, was den Maschinen (Fig. XXIII., Tafel B.) ein seltsames, nicht eben gefälliges Ansehen verleiht[1]. Uebrigens muss hervorgehoben werden, dass Petiet bei den zwölfrädrigen Maschinen die vorher besprochene Beugniot'sche Anordnung zur Achsenverschiebung in Anwendung bringt, wodurch er diese Locomotiven für Gebirgsbahnen mit sehr kleinen Radien geeignet machen will[2].

Fig. 242.



Ohne einerseits die Richtigkeit sehr günstiger mit den Petiet-Gouin'schen Maschinen erlangter Versuchsresultate (für besondere Fälle) bezweifeln zu wollen[3], sowie ohne andererseits diese Constructionen geradezu als Auswüchse des Maschinenbaues oder als Ungeheuerlichkeiten zu bezeichnen[4], dürfte die Entscheidung, ob derartige Maschinen mit einer grösseren Anzahl (mindestens

1) In Fig. 242 sind die Röhren, welche dem Cylinder möglichst trocknen Dampf zuführen, mit *dd* bezeichnet, während durch die Buchstaben *ff* der Tender-Wasserbehälter angedeutet ist.

2) Brockmann: Ueber schwere Güterzugmaschinen in Heusinger's Organ, Jahrgang 1865, S. 59. Es dürfte hier der geeignete Ort zur Bemerkung sein, dass sich bereits seit 1857 Bridges Adams in England und Roy in Frankreich um die Einführung der schon S. 195 besprochenen Radial-Axle-Boxes oder Boîtes bei den Locomotiven bemühen, jedoch immer noch nicht die erwartete Anerkennung finden können. Man sehe deshalb Colburn's Locomotive Engineering, p. 98, sowie die Abbildung einer Locomotive der St.-Helens-Bahn, Plate 23. Ferner Adams' Patent Specification Nr. 2896 und Nr. 3195 von 1863. Endlich wegen Roy's „Boîtes“: Perdonnet's Traité élémentaire des chemins de fer, Tafel III, p. 626. Auch Arnoux's Locomotives articulés sind an letzterer Stelle erwähnt. Ueber dieselben handelt übrigens ausführlich Hartwig in Erbkam's Zeitschrift für Baukunst 1856, S. 136. Auch Perdonnet bespricht Arnoux's Locomotiven in Bd. 3, S. 109 seines „Traité élémentaire des chemins de fer“.

3) Heusinger's Organ 1865, S. 59 und besonders Petiet, Expérience in den Annales des Machines Serie 7, 1864, Tome 5, p. 137 und ebendaselbst Couche, Rapport p. 157.

4) Heusinger's Organ, Jahrgang 1864, S. 255. Eine sehr ungünstige Beurtheilung erfahren diese französischen neueren Gebirgslocomotiven in der englischen Zeitschrift „The Engineer“, Jan. 1865, p. 51. Nicht besser lautet das Urtheil in Wöhlert's Aufsatze, den Locomotivbau betreffend in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 14 (1864), S. 453 u. s. w.

vier) gekuppelter Achsen, beziehungsweise mit zwei oder vier Cylindern (Doppelmaschinen) fernerhin zu bauen sein würden oder nicht, ebenso der Erfahrung zu überlassen sein, wie die Frage, ob es nicht unter allen Umständen gerathen sein dürfte, bei Gebirgsbahnen, wo eine einzige kräftige Maschine gewöhnlicher Art nicht ausreicht, gleichzeitig zwei einfache Maschinen vor die Züge zu spannen[1]).

Flachat's Locomotiven sollten als Betriebsmaschinen für Alpen-Bahnen dienen, beispielsweise für ein Project über den St. Gotthard mit Steigungen von $\frac{1}{20}$ und Curven von 60 Fuss Radius[2]).

Hierzu brachte dieser Ingenieur einen „Kesselwagen“ an der Spitze jeden Zuges in Vorschlag, mit kleinen Cylindern, bloss zum Selbstbewegen bestimmt, während jeder Schlepp-Tender und jeder angehangene Personen- und Güterwagen mit besonderen Dampfcylindern ausgestattet sein sollte, denen der Dampf durch entsprechende elastische oder gegliederte Röhren, vom Kesselwagen aus, zugeführt werden musste. Obwohl dieses System bei der Ausführung und bei der Verwendung zu den grössten Bedenken Veranlassung geben musste und nicht zur Ausführung kam, auch theilweis an Verpilleux's[3]) und Sturrock's[4]) Locomotiven mit Dampfmaschinen-Tender erinnerte, wodurch eine oder zwei auf den Tender angebrachte Dampfmaschinen das todte Ge-

1) Wie es Seitens der rationellen Praktiker um die Beantwortung der hier angeregten Fragen zur Zeit noch steht, davon giebt das betreffende Referat der Techniker deutscher Eisenbahnverwaltungen (Conferenz im September 1865 zu Dresden, Nr. 19, S. 121) das beste Zeugniss. Von 15 verschiedenen Bahnverwaltungen gaben sieben den Maschinen mit zwei Cylindern vor jenen mit vier Cylindern den Vorzug und sprachen dabei die Ansicht aus, unter Umständen statt letzterer lieber zwei einfache Maschinen zusammengekuppelt zu verwenden. Die Verwaltung der österreichischen Staatsbahn-Gesellschaft machte die Mittheilung, dass es ihr bereits gelungen sei, eine solche verbesserte Construction bei mehreren ihrer Gebirgsmaschinen herzustellen, deren Leistungen und gutes Verhalten in Curven von 60 Klafter (113,76 Meter) Radius und auf Steigungen von 1 zu 50 sich durch einen $1\frac{1}{2}$-jährigen Betrieb vollständig bewährt hätten. Gegen die Verwendung zweier gekuppelter Maschinen, in besonderen Fällen bei Gebirgsbahnen, sprach sich die Minorität der Versammlung deshalb aus, weil der Begriff „einfach“ nicht mit „wohlfeil“ zu verwechseln sei, beispielsweise bei gleicher Leistung der „Brennmaterialverbrauch“ bei zwei kleineren Maschinen jedenfalls bedeutender sein werde, als bei einer einzigen grossen Maschine, die Kosten für Bedienung und Instandhaltung noch gar nicht in Betracht gezogen u. s. w.

2) Colburn, Locomotive-Engineering, Part 5, p. 88 (mit Abbildungen in Holzschnitt) und Heusinger's Organ 1866, S. 142.

3) Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 598 und Lechatelier, Flachat etc. in dem Guide du Mécanicien-Constructeur, Supplement 1865, p. 66.

4) Heusinger's Organ, Jahrgang 1865, S. 27, mit Abbildung auf Tafel II. und Colburn's Locomotive-Engineering, Part 9, Plate 25: Great Northern Railway „Steam-Tender“. Endlich auch Morandière in den Mémoires etc. de la Soc. des Ingénieurs-Civils, 1866, p. 251, Planche 60.

wicht des Schlepptenders für die Adhäsion nutzbar gemacht wurde — so ist dasselbe doch als eine Idee zu betrachten, die vielleicht nur einer praktischen Ausbildung bedarf, um in besonderen Fällen von Nutzen sein zu können (?).

Den kolossalsten Bau aller bis jetzt bemerkenswerthen Projecte bildet Thouvenot's in Vorschlag gebrachte Gebirgs-Tender-Locomotive für scharfe Curven[1]), wovon Fig. XXII. der lithographirten Tafel B. eine Skizze ist.

Die allgemeinen Merkmale dieser Locomotive sind erstens ein kolossaler Kessel mit doppelter Feuerung in der Mitte, und mit Feuerkiste und Schornstein an jedem Ende, zweitens zwei getrennte, sechsrädrige Gestelle, wovon ein jedes unabhängig von dem anderen um einen Verticalzapfen am Kessel drehbar ist, und drittens getrennte Mechanismen, bestehend aus je zwei Dampfcylindern mit ihren Vertheilungs- und Transmissionsapparaten.

Die Hauptabmessungen und Gewichte dieser Riesenlocomotive finden sich in umstehender Tabelle verzeichnet.

Unter den mehrfachen begründeten Einwänden, die man gegen Thouvenot's seltsame Maschine machen muss, ist auch der von Wichtigkeit, dass das auf jede Radachse fallende grosse Gewicht mehrfachen Schaden bringt, dem gewöhnlich dadurch begegnet wird, dass man die Anwendung nicht nur von stählernen Locomotivachsen und Rädern, sondern auch von Stahlkesseln und vor Allem von stählernen Eisenbahnschienen in nächster Zeit bestimmt in Aussicht stellt.

Schliesslich werde noch auf die neueste Tender-Locomotive des Engländers Fell aufmerksam gemacht, womit derselbe, nach den Vorschlägen von Vignoles, Seguin und Krauss (S. 261, Note 2 und S. 307) unter Mitbenutzung einer sogenannten Mittelschiene, zwischen den gewöhnlichen Bahnschienen, den Mont-Cenis, auf der Strecke von St. Michel bis Susa übersteigen will, wobei die durchschnittliche Steigung $\frac{1}{25,6}$, die steilste aber $\frac{1}{12}$ beträgt. Die gedachte Mittelschiene denkt man indess nur da zu benutzen, wo die Steigungen beträchtlicher als $1/25$ sind. Die schärfsten Bahncurven sollen 40 Meter Radius haben u. s. w.[2]).

Wir schliessen hier die Geschichte der Eisenbahn-Locomotiven mit Bei-

1) Thouvenot war dirigirender Ingenieur der bekannten Eisenbahn von Paris nach Sceaux, wo Arnoux's articulirtes Wagen- und Locomotivsystem (S. 192 und S. 96) noch jetzt in Anwendung ist. Später wurde Thouvenot Bahn- und Betriebs-Ingenieur der schweizerischen Westbahnen (Canton Wallis). Dem Verfasser liegt sowohl der Auszug einer Abhandlung in Armengaud's Génie Industriel vom November 1865 vor, welche den Titel führt: Notice sur une Locomotive à fortes rampes de grande puissance par Ch. Thouvenot, als auch Heft 4 (1866) von Heusinger's Organ, wo von S. 141 an der Ingenieur Lommel in St. Gallen denselben Gegenstand in eigenthümlicher Weise behandelt.

2) Man sehe hinsichtlich dieser Mont-Cenis-Bahn im Allgemeinen: Heusinger's Organ, Jahrgang 1866, S. 77. Wegen der betreffenden Locomotiven aber ist auf dieselbe Quelle, Jahrgang 1866, S. 143 und besonders, wegen der beigefügten Abbildungen, auf S. 236, Tafel XVIII. zu verweisen.

fügung einer von Thouvenot (a. a. O. p. 10 u. 11) zusammengestellten Tabelle. Diese Tabelle erhält höheren Werth, wenn man deren Angaben mit der Tabelle S. 268 vergleicht, worin die Hauptdimensionen der ersten Stephenson'schen Locomotiven aus den Jahren 1829 bis 1832 verzeichnet sind.

Tabelle der Hauptverhältnisse einiger der schwersten Lastzugs-Locomotiven der Neuzeit.

	Schwere Locomotive von André Köchlin (System Beugniot).	Schwere Engerth-Locomotive auf der franz. Nordbahn.	Locomotive von Petiet mit 6 Achsen und 4 Cylindern 1).	Locomotive von Thouvenot.
1. Durchmesser (= d) der Cylinder (in Metern)	0,540	0,500	0,420	0,600
2. Kolbenhub (= l) (in Metern)	0,560	0,660	0,440	0,650
3. Volumen eines Cylinders (in Cubikmetern)	0,12824	0,12956	0,06096	0,18378
4. Anzahl der Cylinder	2	2	4	4
5. Dampfverbrauch bei einer Umdrehung der Räder (in Cubikmetern)	0,51296	0,41824	0,48771	1,4702
6. Dampfverbrauch sämmtlicher Cylinder per durchlaufenen Bahnkilometer (ohne Expansion in Cubikmetern)	136,0407	105,6587	145,7674	389,924
7. Kesseldurchmesser (in Metern)	1,435	1,500	1,450	1,500
8. Wasserinhalt des Kessels (in Cubikmetern)	4,916	4,860	3,500	12,150
9. Dampfvolumen des Kessels (in Cubikmetern)	2,584	2,060	1,300	5,870
10. Heizfläche der Feuerkiste (in Quadratmetern)	9,400	9,708	10,900	31,100
11. Cubikinhalt der Feuerkiste (Cubikmeter)	2,755	3,227	6,530	12,060
12. Heizfläche der Siederöhren (in Quadratmetern)	163,600	186,690	211,000	481,830
13. Reducirte Gesammtheizfläche (in Quadratmetern)	173,000	196,400	221,900	512,930
14. Rostfläche (in Quadratmetern)	1,894	1,944	3,330	7,290
15. Verhältniss des per durchlaufenen Bahnkilometer verbrauchten Dampfvolumens zur gesammten Heizfläche	0,786	5,538	0,729	0,761
16. Durchmesser der Räder (= D) (in Metern)	1,200	1,260	1,065	1,200
17. Zahl der zusammengekuppelten Räderpaare	4	4	6	6

1) Die Heizfläche dieser Locomotive vertheilt sich folgendermaassen:

Fläche der Feuerung	10,900
Reducirte Fläche der Siederöhren	189,000
Zusammen	199,900
Fläche eines besonderen Behälters zum Trocknen des Dampfes	22,000
Gesammtfläche	221,900

	Schwere Locomotive von André Köchlin (System Beugniot).	Schwere Engerth-Locomotive auf der franz. Nordbahn.	Locomotive von Petiet mit 6 Achsen und 4 Cylindern.	Locomotive von Thouvenot.
18. Maximalentfernung der parallel liegenden Achsen (in Metern)	3,900	3,950	6,000	2,700
19. Mittleres Gewicht der Locomotive sammt Tender (in metrischen Tonnen)	70,850	62,800	59,700	85,000
20. Adhäsionsgewicht (in metrischen Tonnen à 1000 Kilogramm)	48,000	62,800	59,700	85,000
21. Maximalgewicht per Achse (in metrischen Tonnen à 1000 Kilogramm)	11,900	11,900	10,700	85,000
22. Theoretische Zugkraft der Locomotive, berechnet nach der Formel $p_1 \frac{d^2 l}{D} \times 0{,}60$, den Effectivdruck $= p_1$ zu 8 Atmosphären angenommen (in Kilogrammen)	6747	6493	7932	19338
23. Gesammtpferdekraft, zu einer Pferdekraft per 40 Quadratdecimeter reducirter Heizfläche angenommen (in Quadratmetern)	432,50	491,00	499,75	1282,33
24. Mittleres Gewicht der Locomotiven mit Tender im Dienst (mit Wasser und Kohlen) und per Quadratmeter reducirter Heizfläche (in Kilogrammen)	409,54	319,75	298,65	165,72

Locomotiven der Gegenwart.

§. 24.

Allgemeine Uebersicht.

Vorstehende Geschichte der Eisenbahnlocomotiven hat uns bereits derartig mit der Gegenwart bekannt gemacht, dass es für unsere Zwecke nur noch einer Uebersicht bedarf, um vollständig orientirt zu sein, wozu die bereits erwähnten beigebundenen lithographirten Tafeln A. und B. nützliche Dienste leisten werden.

a. Vierrädrige Locomotiven.

Die Skizze I., Tafel A. soll zur Erinnerung an Stephenson's „Rocket“ dienen, die Skizze II. aber sowohl die Locomotive „Planet“ desselben Constructeurs ins Gedächtniss rufen, als auch, wenn man sich Innenrahmen und cylindrische Feuerkiste denkt, an die Maschine Kennedy's (Bury's) vom Jahre 1830 erinnern. Wie bereits in der Erstzeit (S. 274), als die Locomotive für den grösseren Verkehr Anwendung fand, so sind noch heute alle gegenwärtig vorhandenen vierrädrigen Locomotiven mehr oder weniger Nachbildungen der Stephenson'schen oder Kennedy'schen Maschinen.

Die Gründe, weshalb man bereits im Jahre 1833 anfing sechsrädrige statt

vierrädrige Locomotiven in Anwendung zu bringen, wurden bereits im Eingange zu §. 21 (S. 267) erörtert, sowie auch, dass erst (1842) das bekannte Unglück auf der Paris-Versailler Bahn (S. 285) Veranlassung wurde, das System der zweiachsigen Maschinen für die Personenzüge der Eisenbahnen fast ganz ausser Cours zu setzen. Bis zur Gegenwart erbaute und benutzte man daher die vierrädrige Locomotive im Allgemeinen nur für besondere Zwecke, für Steinkohlenbahnen, als Rangirmaschinen auf Bahnhöfen, oder für Bahnnetze und Zweigbahnen, wo die Art und Weise des Betriebes, der geringere Verkehr u. s. w. meist Züge von kleiner Achsenzahl und Maschinen von geringerem Gewichte wünschenswerth machte.

Eine neuere vierrädrige Tendermaschine (S. 299), für Kohlenbahnen mit scharfen Curven und starken Steigungen, mit Aussencylindern und innerhalb der Räder liegendem Rahmen, mit gekuppelten Achsen zeigt die Skizze III., Tafel A. Es gehört dieselbe einer Locomotive an, welche Manning, Wardle & Comp. in Leeds zur Londoner internationalen Ausstellung von 1862 gesandt hatten[1]).

Vierrädrige Tender-Locomotiven, wie sie u. A. Aujubault in Paris mit Erfolg für Kohlenbahnen, Hüttenwerkdienste, als Rangirmaschinen für Bahnhöfe u. s. w. in jüngster Zeit mehrfach ausgeführt hat, sind in den unten bezeichneten Quellen[2]) beschrieben und mit der Schlussbemerkung belobt, „dass sich vierrädrige gekuppelte Locomotiven für den Güterdienst auf Gebirgsbahnen bald ebenso ihr Feld erobern würden, wie die vierrädrigen Wagen, trotz aller Vorurtheile, solches bereits gethan haben.“

Um unter Umständen das mehr oder weniger weite Ueberhängen der Feuerkiste zu verhindern, placirten neuerdings Flecher, Jennigs & Comp. in Whitehaven die Triebachse ihrer vierrädrigen Bergwerks-Tender-Locomotiven unter der Feuerkiste. Skizzen und Zeichnungen dieser Maschinen finden sich beziehungsweise in Heusinger's Organ[3]) und bei Colburn[4]).

Nach Wissen des Verfassers waren es Beyer, Peacock & Comp. in Gorton bei Manchester, welche in neuester Zeit vierrädrige Tender-Locomotiven mit besonderem Erfolge, in bekannter, nach Form, Construction und Ausführung gleich vollendeter Weise, ausführten, und zwar unter Anderm für die Great Northern of Scotland Eisenbahn, wovon sich vortreffliche Zeichnungen bei Clark und Colburn finden[5]).

In Deutschland scheint in jüngster Zeit besonders die Karlsruher Maschinenbau-Gesellschaft sich mit dem Bau vierrädriger Tender-Locomotiven mit Erfolg beschäftigt zu haben. Unter Anderm verwendet man derartige

1) Sammann, Amtlicher Bericht, Heft 17, Classe 5, S. 467.

2) Quasowski (Bauinspector in Saarbrücken), Heusinger's Organ, 1865, S. 237.

3) Ebendaselbst, Jahrgang 1865, S. 222.

4) Locomotive Engineering, Part 8, Plate 22.

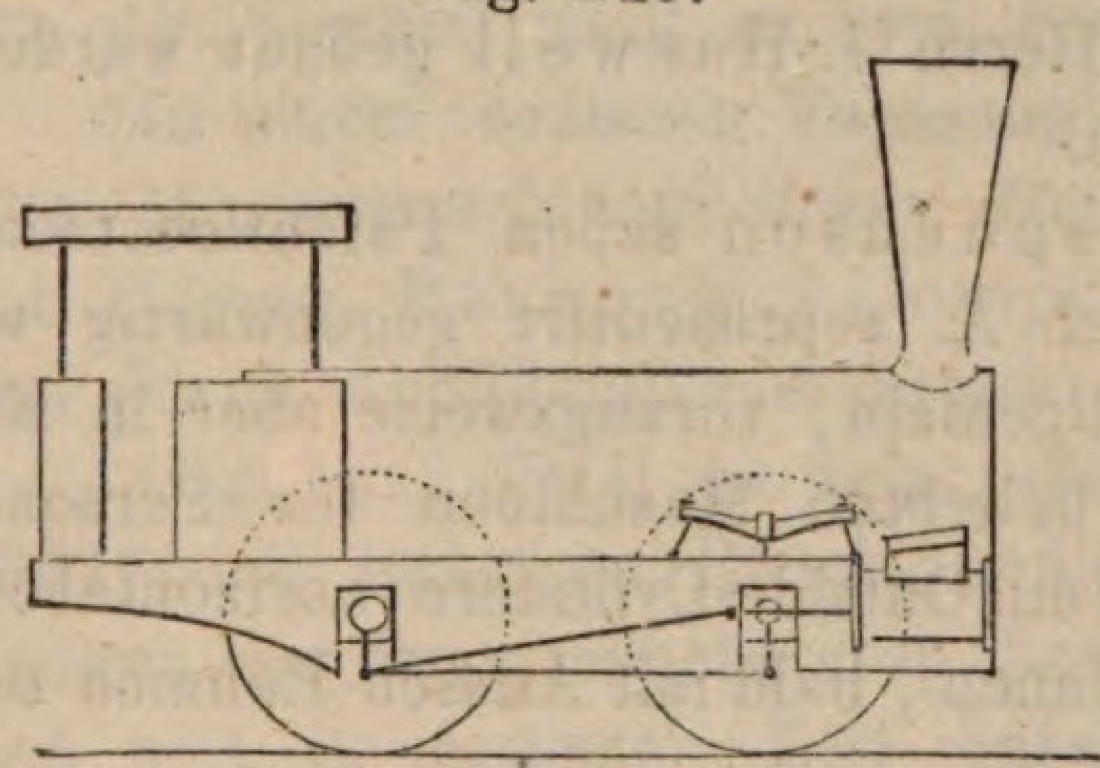
5) Recent Practice, p. 79, Plate 37. Diese Maschinen haben Cylinder von 15 Zoll Durchmesser, 24 Zoll Hub, vier gekuppelte Räder von je $4\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser, $8\frac{1}{2}$ Fuss Achsstand. Im arbeitenden Zustande beträgt ihr Gesammtgewicht 25 Tons.

Maschinen (von 350 Ctnr. Gewicht) auf der Schiffbrücken-Eisenbahn über den Rhein, von Maxau nach Maximiliansau, bei Karlsruhe für den Personen- und Güterverkehr, ferner für den Dienst auf der stark ($^1/_{80}$) ansteigenden Zweigbahn vom Saarcanal bis an den Bahnhof Saarbrücken u. s. w.[1]).

Gegenwärtig bemüht sich um eine allgemeinere Wiedereinführung vierrädriger Locomotiven ganz besonders der ehemalige Maschinendirector der schweizerischen Nordostbahn, Herr Krauss[2]) und gründet sein Bestreben hauptsächlich auf die Fortschritte in der Herstellung stählerner Achsen, die bei hinreichender Stärke keine Brüche befürchten liessen, ferner auf die Erfahrungen und Ansichten der Engländer (namentlich Beyer's in Gorton), dass kurze Kessel bessere Resultate in Bezug auf Dampfentwicklung geben als lange, dass vierrädrige Locomotiven bei richtiger Construction eben so ruhigen Gang besässen als sechs- und achträdrige Maschinen, dass keine andere Locomotivgattung Einfachheit und Oekonomie derartig vereinige als die vierrädrige Maschine und dass demnach, alle diese Umstände zusammengefasst, derartige Locomotiven nicht bloss zum Schnell- und Personendienst, sondern auch für gemischte Züge mit Vortheil verwendet werden könnten.

Fig. 243 zeigt die Dispositionsskizze einer der neuesten für die Oldenburger Staats-Bahnen bestimmten vierrädrigen Locomotiven mit aussenliegenden Cylindern und innenliegendem Rahmen nach Krauss, wobei die 5 Fuss hohen Triebräder gekuppelt, die Gewichte auf diese Räder ganz gleichmässig vertheilt sind (einige 90 Ctnr. auf jedes Rad im nicht gefüllten und circa 109 Ctnr. im gefüllten Zustande).

Fig. 243.



Der möglichst tief gelegte Kessel besteht aus Gussstahlblech von 8 Millimeter Dicke[3]). Als Leistung einer solchen Maschine ist im betreffenden Programme festgestellt, dass sie 45 Achsen = 4500 Ctnr. brutto ziehen müsse,

1) Später folgt eine Tabelle, worin die wesentlichsten Dimensionen neuerer Locomotiven der Karlsruher Maschinenbau-Gesellschaft zusammengestellt sind.

2) Jetzt Inhaber einer Locomotivbauanstalt in München.

3) Die Cylinder haben 14 Zoll englisch (355,6 Millimeter) Durchmesser, der Kolbenhub ist 22 Zoll (558,8^{mm}), der Radstand 8 Fuss (2,44^{m}). An Heizfläche (bei 159 schmiedeeisernen Röhren, von $1^5/_8$ Zoll Durchmesser im Lichten und $11^1/_2$ Fuss Länge) sind 800 Quadratfuss (74,32 Quadratmeter) vorhanden, an Rostfläche 11 Quadratfuss (1,076 Quadratmeter). Die Dampfspannung ist zu 10 Atmosphären Ueberdruck angenommen. Statt des Domes hat man die Hawthorn'sche Röhre (S. 336 u. Colburn, Locomotive Engineering p. 69) mit kleinen Mantellöchern oder Längenschlitzen im Scheitelraume des 3 Fuss 10 Zoll im Durchmesser haltenden Kessels angeordnet, ferner den Regulator mit Segmentschieber von Gusseisen in der Rauchkammer placirt, ein festes Blasrohr ohne sogenannten stellbaren Exhaustor, und Allan's Steuerung (S. 315) vorgeschrieben. Da als Heizmaterial ausschliesslich Torf verwandt werden soll, so hat man dem ganz aus Eisen construirten, vierrädrigen Tender einen Fassungsraum von 700 Cubikfuss für den Torf gegeben und überdies einen Behälter

und zwar bei einer Fahrgeschwindigkeit von 10 Minuten für die deutsche Meile (= 44,50 Kilometer pro Stunde) und sie ferner mit dieser Last über Steigungen von $^1/_{300}$ bis zu 3000 Meter Länge im Zusammenhange ohne Anstand (selbst bei ungünstigen Witterungsverhältnissen) laufen solle. Ohne hier eine besondere Kritik über die genannten Vorzüge dieser vierrädrigen Locomotiven zu eröffnen, werde nur bemerkt, dass Art und Grösse der Verkehrsverhältnisse der betreffenden Eisenbahnen und das erforderliche Gewicht der Locomotiven auch fernerhin die Entscheidung über Verwendung von vier-, sechs- oder mehrrädrigen Maschinen bedingen wird. Vor Allem aber dürften die Erfahrungen abzuwarten sein, die man in nächster Zeit, namentlich mit den Maschinen der Karlsruher Maschinenbau-Gesellschaft und von Krauss zu machen Gelegenheit finden wird.

Fig. V., Tafel A. ist Crampton's Patentbeschreibung entnommen [1]) und dürfte für die Liebhaber von Locomotiven mit Blindachsen, bei dem gegenwärtig wachsenden Interesse für vierrädrige Maschinen wieder in Erinnerung zu bringen sein.

Endlich zeigt Fig. VI., Tafel A. eine Tender-Locomotive nach Engerth's System, die man gewissermaassen noch zu den vierrädrigen Maschinen rechnen könnte, und welche Gattung noch 1863 in der Maschinenfabrik der Wien-Gloggnitzer Gesellschaft unter der Direction des Herrn J. Haswell gebaut wurde [2]).

b. Sechsrädrige Locomotiven.

Der bekannte Grundtypus der R. Stephenson'schen Patentlocomotive vom Jahre 1833 (S. 270), Fig. VII., Tafel A. repräsentirt gegenwärtig wieder bis auf Detailconstructionen die fast allgemein, vorzugsweise aber in England und zwar mit vollem Rechte beliebten Maschinen für Personenzüge [3]), die man übrigens bald mit Inside-, bald mit Outside-Cylindern (horizontal oder doch nur sehr wenig geneigt) [4]), bald mit Innen-, bald mit Aussen-Rahmen oder

angeordnet, welcher 200 Cubikfuss Wasser fasst. Ueber eine vierrädrige Tender-Locomotive, nach den Plänen des Herrn Krauss, welche seit zwei Jahren auf der Bülach-Regensberger Bahn im Betriebe ist und sich als ganz vorzüglich bewährt haben soll, wird (unter Beifügung einer Skizze) berichtet in der Schweizer polytechnischen Zeitschrift, Jahrgang 1866, S. 2, und daraus in Heusinger's Organ, Jahrgang 1866, S. 239.

1) Patent Specification Nr. 11760 vom Jahre 1847.

2) Der Verfasser verdankt gütigen Mittheilungen des k. k. Rathes Engerth über diese Maschinen nachstehende Angaben in Wiener Zollen und Fussen (1 Fuss = 0,316 Meter): Cylinderdurchmesser 16 Zoll; Kolbenhub 22 Zoll; Triebraddurchmesser $5^1/_2$ Fuss; Rostfläche 15 Quadratfuss;

Sideröhren	Anzahl: 156.	Heizflächen	Feuerkiste	72 Quadratfuss.
	Länge 14 Fuss.		Feuerröhren	1143 „
			Totalheizfläche	1215 „

Im dienstthätigen Zustande haben diese Maschinen ein Gewicht von 960 Zollctnr.

3) Types divers de Locomotives Anglaises: Morandière in den Mémoires etc. de la Soc. des Ingénieurs-Civils, 1866, p. 267, Pl. 62.

4) Unter Anwendung geneigter Aussencylinder kommt man mit letzteren der Vorderachse etwas näher, wie dies bei völlig horizontal gelegten Cylindern möglich

mit der Combination beider (inneren Rahmen für die Triebräder, äusseren für die Laufräder) herstellt[1]) und wobei man endlich auch zuweilen die Hinterräder (nach Cudworth S. 328) unter der Feuerkiste (mit schrägem Roste) placirt, wenn diese für gewisses Brennmaterial von grosser Länge erforderlich wird[2]). Höchst selten bringt man das hintere Laufrad so an, wie in Fig. XI., Tafel A. durch einen punktirten Kreis angedeutet, Fig. 218, S. 292 auch bereits abgebildet ist, wo sämmtliche Achsen zwischen Feuer- und Rauchkiste liegen, indem man hierdurch zwar einen kurzen Achsstand, für schnell fahrende (Personen-) Locomotiven jedoch einen viel zu unruhigen Gang erhält.

Bei der Disposition Fig. VII. lässt sich die Belastung auf Vorder-, Trieb- und Hinterachse leicht in dem Verhältnisse von 5 : 7 : 3, oder selbst wie 8 : 12 : 5 vertheilen, so dass fast die Hälfte ihres Gewichtes zur Adhäsion nutzbar gemacht werden kann und die Vorderachse gut belastet ist. Bei 14 bis 15 Fuss Radstand kann man mit dieser Maschinengattung sicher und leicht Bahncurven von 1400 bis 1200 Fuss Radius mit Expresszügen durchlaufen. Bei Aussencylindern ist allerdings ihre Stabilität etwas geringer als bei Innencylindern, weil letztere näher beisammen gerückt sind und erstere ganz vor den Laufrädern liegen müssen.

Triebräder von mehr als $6\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser lassen beide Anordnungen mit Vortheil nicht zu, weil der Kessel eine zu hohe Lage erhalten müsste.

In einem späteren Paragraphen werden wir einige der neuesten, gleichsam Mustermaschinen dieser Gattung, aus den Maschinenbauetablissements von Beyer, Peacock & Comp. und von A. Borsig ausführlich beschreiben und durch Abbildungen erläutern.

Fig. IX., Tafel A. zeigt die Stephenson'sche Patentlocomotive von 1846[3]) mit zwischen Rauch- und Feuerkiste (horizontal) liegenden Dampfcylindern, die zwar manche gute Eigenschaft, aber eben so viele Mängel besitzt[4]), und erst in neuester Zeit durch Hartmann in Chemnitz zu einer sehr brauchbaren Maschine umgestaltet worden ist. Letzterer Constructeur machte, wie Fig. 244 zeigt, die vier Hinterräder gleich gross, verkuppelte sie paarweise und legte das Vorderradpaar in den Bissel'schen, bereits S. 316 u. 317 erörterten Pendelrahmen[5]).

ist. Man sehe hierzu u. A. Ramsbottom's schöne Maschinen in Colburn's Locomotive Engineering, Part 2, Plate 2.

1) Bei diesen Maschinen ist auch den Bedingungen für die besten Constructionsverhältnisse der Locomotiven Genüge zu leisten, welche 1852 von einer preussischen Commission erfahrener Eisenbahn-Maschinenmeister aufgestellt und nachher bewährt befunden wurde. Man sehe deshalb Heusinger's Organ, Bd. 8, S. 223, die Eisenbahnzeitung vom 14. August 1853, S. 130 und Erbkam's Bauzeitung, 1864, S. 449.

2) Vortreffliche Abbildungen einer Sinclair'schen Maschine dieser Gattung, Expresslocomotive, der englischen Great-Eastern-Bahn angehörig, finden sich bei Colburn, Part 3, Plate 9.

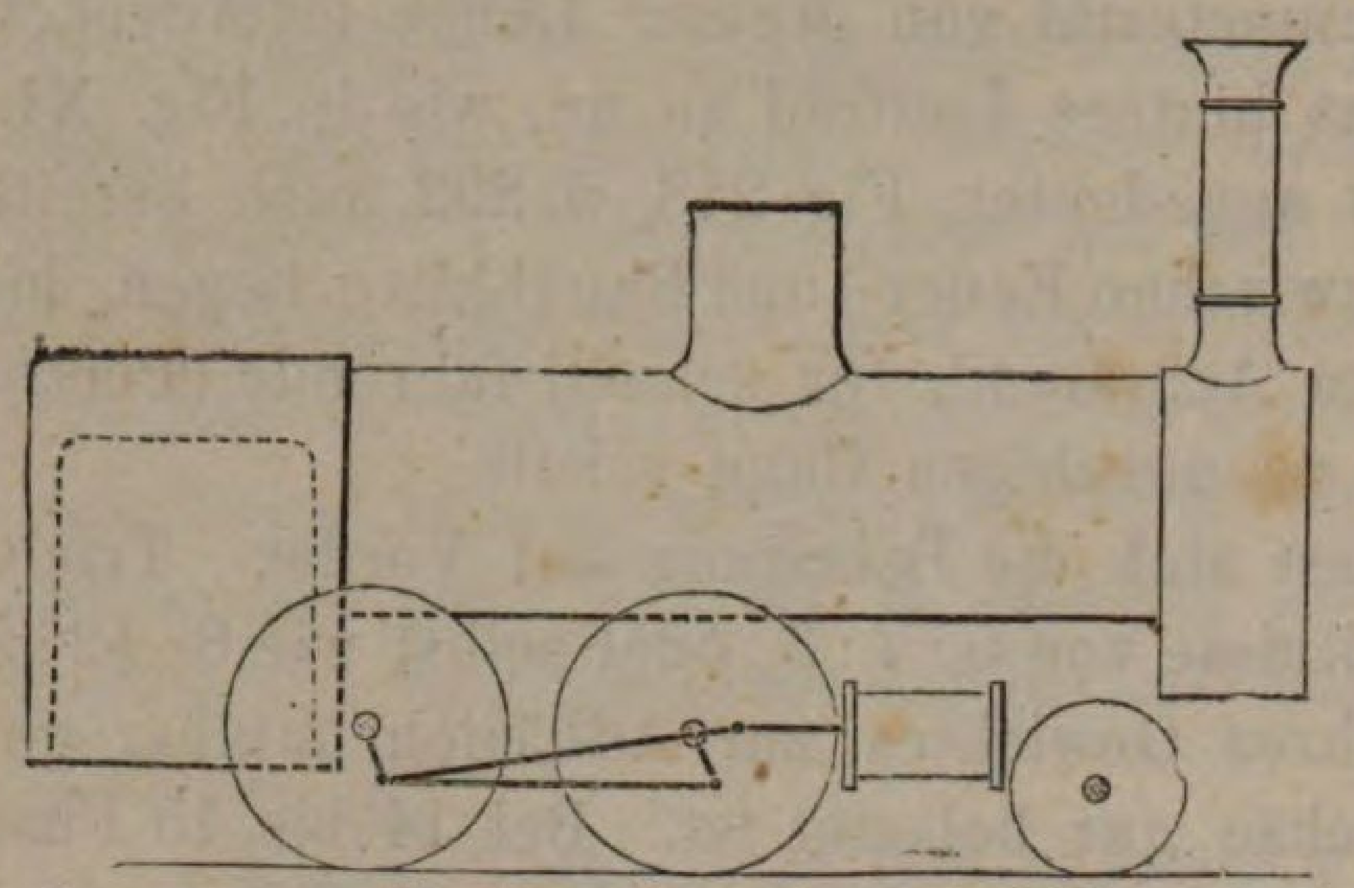
3) Patent Specification Nr. 11086, vom 10. August 1846.

4) Redtenbacher, Die Gesetze des Locomotivbaues, S. 178, Nr. 3.

5) Patent Specification Nr. 2751 vom 1. December 1858.

Hartmann's betreffende Locomotiven sind für sächsische Gebirgsbahnen bestimmt, wo sie Steigungen von $1/_{35}$ und Curven von 275 Fuss Radius durchlaufen müssen. Der dreieckige Truck ist dabei um einen Verticalzapfen drehbar, der 5 Fuss von der Radachsenmitte absteht [1]).

Fig. 244.



Zum Schnellfahren dürften sich derartige Locomotiven nicht eignen, sowie auch beim möglichen Bruche der Vorderachse dieselbe Gefahr eintreten wird, wie bei einer vierrädrigen Locomotive im gleichen Falle.

Die Skizze Fig. XVI., Tafel B. erinnert an die bereits oben S. 295 und ferner ausführlich besprochene Crampton'sche sechsrädrige Schnellzuglocomotive, wenn man sich die beiden Vorderräder der Figur durch ein einziges (durch einen punktirten Kreis angegebenes) Paar ersetzt denkt. In England hat sich dies System gar keinen Eingang verschaffen können, während es in Deutschland und Frankreich [2]) längere Zeit hindurch mehrfach benutzt und auch belobt wurde [3]).

Schliesslich hat aber die Erfahrung gelehrt, dass unter allen Umständen zu wenig Gewicht auf die Triebachse kommt und deshalb wohl (fernerhin) kaum neue Anschaffungen derartiger Maschinen geschehen dürften.

Fig. XI., Tafel A. ist eine bereits von R. Stephenson (S. 294) in Anwendung gebrachte, beliebte und praktische Anordnung, die fast von allen Locomotivfabrikanten vielfach ausgeführt wurde und für Personen-, gemischte und leichte Güterzüge passend ist.

Bei den hannoverschen Staatsbahnen ist dies System (mit Ausnahme der Locomotiven für ganz schwere Güterzüge) fast allgemein adoptirt, woselbst es sich bei Curven bis zu 1300 Fuss Radius und für Steigungen von $1/_{64}$ (ungeachtet der Aussencylinder, die nicht den höchsten Grad von Stabilität zulassen) in jeder Beziehung, namentlich auch hinsichtlich geringer Reparaturkosten, ausgezeichnet bewährt hat. Zu letzteren Resultaten trägt allerdings die höchst sorgsame, vorzügliche Ausführung dieser Maschinen Seitens der G. Egestorff'schen Maschinenfabrik (S. 302) wesentlich bei [4]).

1) Ausführlichere Auskunft über diese Hartmann'schen Maschinen giebt Sammann im amtlichen Berichte u. s. w. der Londoner Ausstellung von 1862, Heft 17, Classe 5, S. 483 u. s. w. Gute Zeichnungen, woraus die Hartmann'schen Verbesserungen des Bissel'schen Trucks zu entnehmen sind, findet man in Heusinger's Organ, Jahrgang 1866, S. 158, Tafel 12.

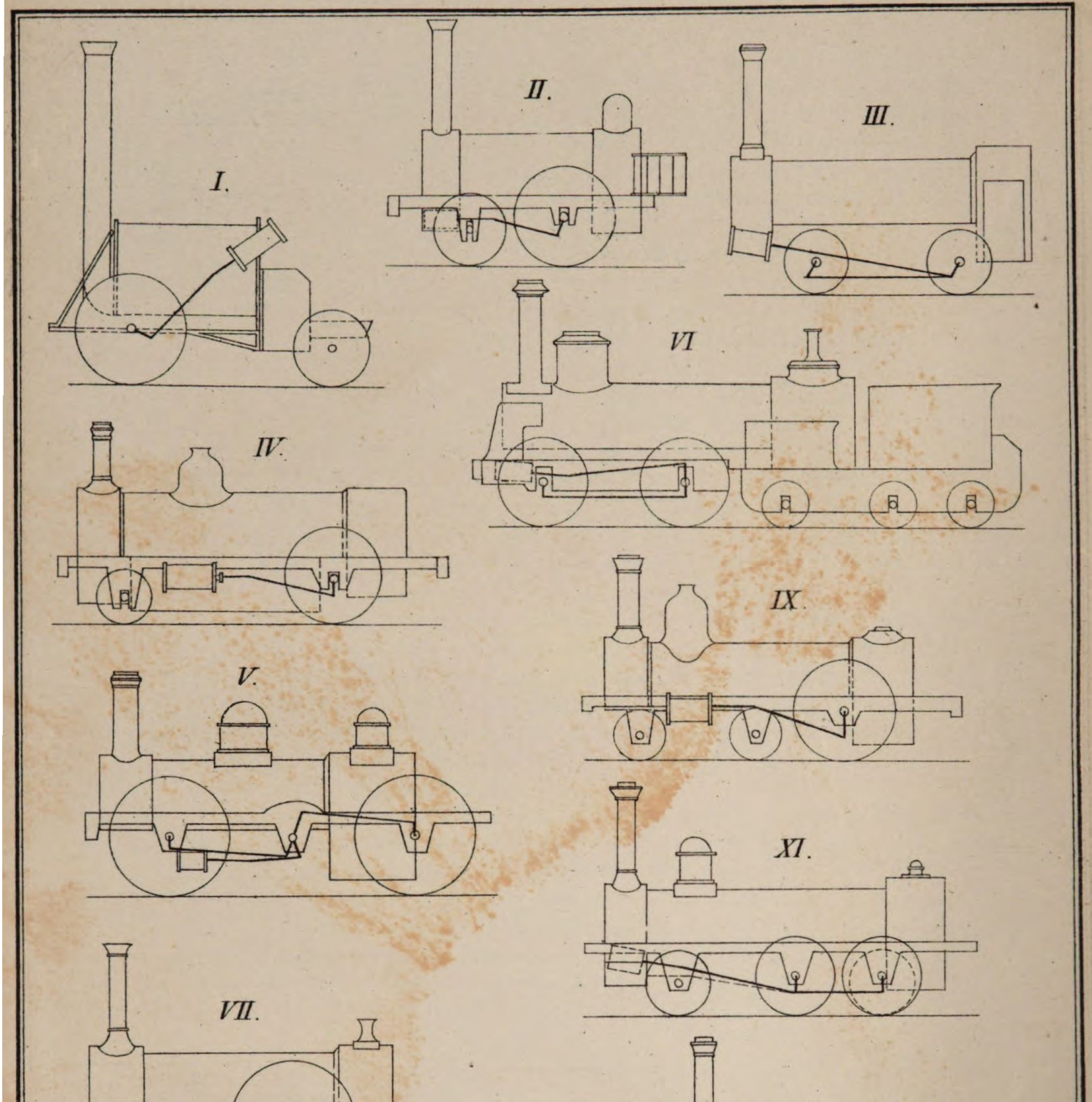
2) Locomotives in service on the French Railway System in the year 1864. Ein lesenswerther Aufsatz im englischen Journale „The Engineer" vom 27. Januar 1865, p. 52.

3) v. Weber, Die Schule des Eisenbahnwesens; zweite Auflage, S. 188 u. 189.

4) Die wesentlichen Dimensionen dieser hannoverschen (Personen-) Locomotiven sind folgende:

Cylinderdurchmesser 16 Zoll englisch; Kolbenhub 22 Zoll; Durchmesser der Trieb- und Kuppelräder 5 Fuss $6\frac{1}{2}$ Zoll; Durchmesser der Laufräder 3 Fuss $6\frac{1}{2}$ Zoll;

Tafel A.



Zu Rühlmann Maschinenlehre III Bd.

Tafel B.

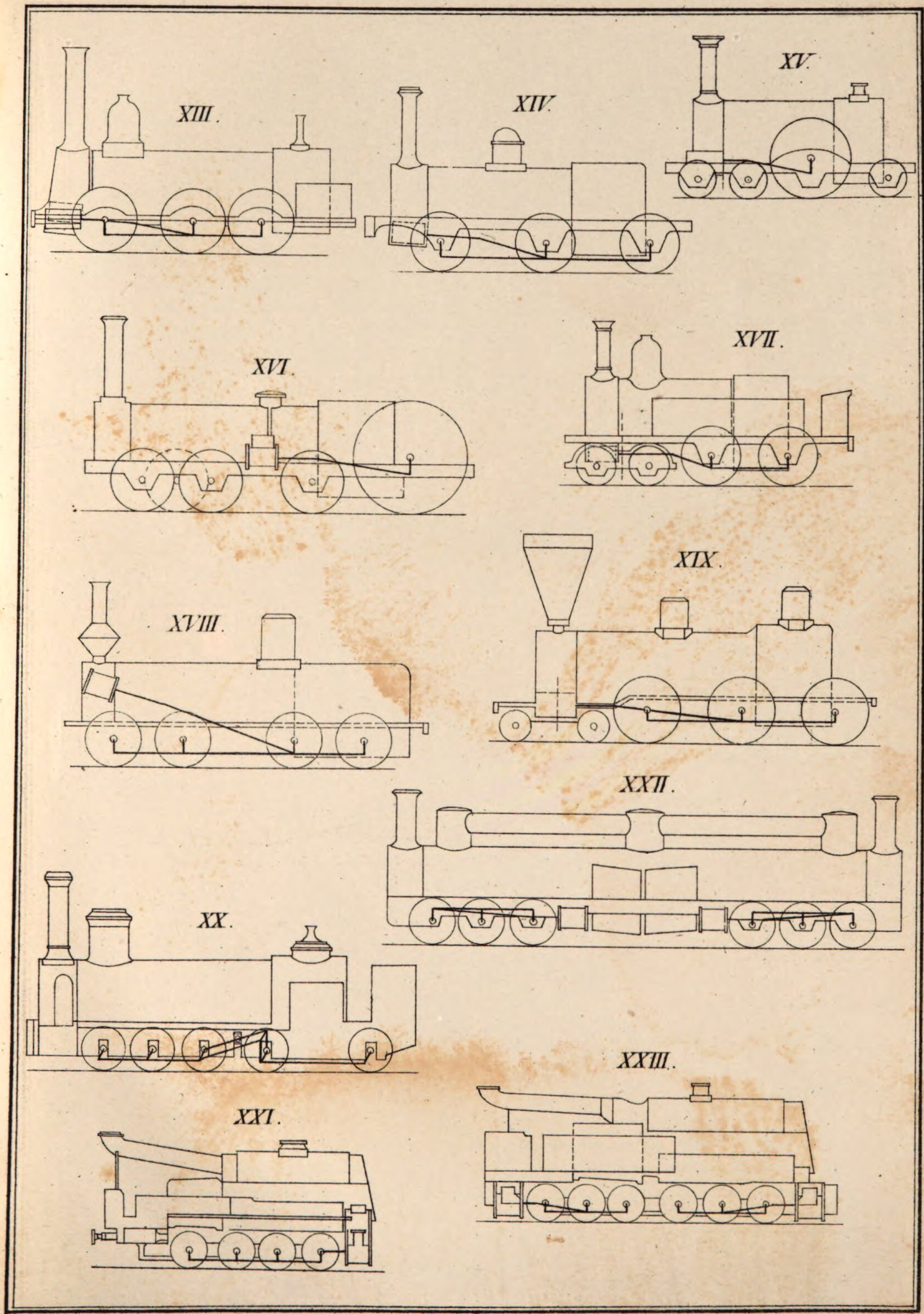


Fig. XIII., Tafel B. repräsentirt ein schweres Güterzuglocomotivensystem derselben Achsenstellung mit Rädern von gleichen Durchmessern, die sämmtlich durch Kuppelstangen verbunden sind, und wobei man sehr oft zwei Räderpaare mit Federbalanciers ausstattet.

In Deutschland wird dies System vielfach angewandt, so namentlich bei den bayerischen Staatsbahnen (Maschinen aus der v. Maffei'schen Fabrik) zum Befahren der steilen Strecken im Fichtelgebirge (S. 303 und 304 in den Noten) benutzt [1]), ferner zum Betriebe der würtembergischen Alpenbahn, insbesondere der Strecke Geislingen-Ulm (Maschinen aus der Kessler'schen Fabrik in Esslingen) [2]).

Letzteres Etablissement lieferte auch kürzlich 18 Stück dieser Gattung (mit Aussenrahmen) für die Odessa-Balta-Bahn, wovon später eine ausführliche mit Abbildungen begleitete Beschreibung folgen wird.

Nächstdem verwendet man dasselbe System (mit Aussencylindern und Inside-Rahmen) auf der hannoverschen Südbahn (Maschinen von Wilson und von Egestorff), wo sich ebenfalls das Bedürfniss eines kurzen Achsstandes, wegen des Durchfahrens scharfer Curven, mit bedeutender Adhäsionskraft, wegen Ansteigungen (bis zu $^1/_{64}$), vereinigt [3]). Mit Aussenrahmen und Inside-

Gewicht der ganzen Locomotiven 580 Ctnr.; Belastung der Vorderachse 172 Ctnr.; Belastung der Mittelachse 203 Ctnr.; Belastung der Hinterachse 205 Ctnr. Zwischen letzteren beiden Achsen hat man sogenannte Federbalanciers eingeschaltet. Heizfläche in der Feuerkiste 75,5 Quadratfuss; Kessellänge 13 Fuss 9 Zoll; Anzahl der Siederöhren (von $1^7/_8$ Zoll äusserem Durchmesser) 150; Heizfläche der Siederöhren 1014,5 Quadratfuss; Totalheizfläche 1086,0 Quadratfuss; Rostfläche (bei 4 Fuss Länge und 3 Fuss 5 Zoll Breite) 13,6 Quadratfuss.

1) Ueber die neuesten Maschinen der Fichtelgebirgsstrecken verdankt der Verfasser Herrn v. Maffei nachfolgende Notizen: Die 6 gekuppelten Triebräder haben 4 Fuss englisch Durchmesser, die beiden Dampfmaschinen 18 Zoll Cylinderdurchmesser und 26 Zoll Kolbenhub, Feuerkiste und Kessel 1400 Quadratfuss Heizfläche, wobei die Maschinen mit einem Dampfdrucke von 10 Atmosphären arbeiten. Cylinder und Rahmen sind aussenliegend, der Radstand beträgt 10 Fuss englisch und das Gewicht der Maschine im dienstfähigen Zustande ist 660 Zollctnr. Auf der sogenannten schiefen Ebene zwischen Neuenmarkt und Schorgast (die auf $^3/_4$ Meilen eine Steigung von $^1/_{40}$ und auf fernere $^1/_4$ Meile eine Steigung von $^1/_{70}$ hat) werden Güterzüge von 30 Wagen (à 250 Zollctnr. Gewicht) mittelst zweier solcher Locomotiven befördert, so dass auf jede Maschine eine Last von 3750 Ctnr. kommt. Eine solche Maschine nebst Tender wiegt dabei (gefüllt) 1000 Ctnr. Auf der Steigung von $^1/_{40}$ wird mit einer Geschwindigkeit von 2 deutschen Meilen pro Stunde gefahren.

2) Die schweren Güterzugmaschinen der Würtembergischen Staatseisenbahn haben (nach gütiger Mittheilung Herrn Kessler's) Innenrahmen und Aussencylinder von 19 Zoll englisch Durchmesser, 24 Zoll Kolbenhub und eine Heizfläche von 1658 Quadratfuss. Die drei gekuppelten Räderpaare haben Durchmesser von $4^1/_2$ Fuss englisch. Das Gewicht der ganzen Maschine (ohne Tender) beträgt leer 33 Tonnen und gefüllt 36 Tonnen. Abbildungen der älteren Locomotiven dieser Bahnstrecke finden sich in Heusinger's Organ, Bd. 6 (1851), S. 21.

3) Die neuesten von Schwartzkopf in Berlin für die hannoverschen Bahnen

Cylindern verwendet man ferner diese Maschinen (aus der A. Borsig'schen Fabrik) auf der Niederschlesisch-Märkischen Bahn und mit Innenrahmen und Outside-Cylindern (aus derselben Fabrik) beim Betriebe der Saarbrücker Bahn[2]). Von letzterer Anordnung finden sich auch Locomotiven (aus der Karlsruher Fabrik) auf den badischen Bahnen und mit Inside-Rahmen und Inside-Cylindern (ebenfalls aus der Karlsruher Maschinenfabrik) auf den belgischen Staatsbahnen[3]).

In England scheint diese Locomotivgattung wenig, jedoch unter Anderm auf der Manchester-, Sheffield- und Lincoln-Eisenbahn (aus der Fabrik von Sharp Brothers & Comp., als Beyer erster Constructeur war) in Anwendung gekommen zu sein. Nach Form, Detailconstruction und Ausführung kann man diese (Beyer'schen) Locomotiven als wahrhaft ausgezeichnete Muster der Gattung betrachten[4]).

In Frankreich findet sich das Maschinensystem XIII. besonders auf der Paris-Lyon-Marseiller Linie in Anwendung[5]), sowie auf der Orleans-Bahn (von Polonceau mit Aussenrahmen und Inside-Cylindern)[6]) und auf der Paris-St.-

erbauten Lastzuglocomotiven (der Gattung 13) haben ebenfalls Innenrahmen und Aussencylinder. Letztere haben 14 Zoll englisch Durchmesser und 25 Zoll Kolbenhub, die Triebräder 4 Fuss $5^1/_4$ Zoll Durchmesser und 11 Fuss 10 Zoll Achsstand (4 Fuss 10 Zoll Entfernung der Hinter- und Mittelachse, 7 Fuss Entfernung der Mittel- und Vorderachse). Die directe Heizfläche (Feuerkiste) beträgt 80 Quadratfuss, die indirecte Heizfläche (Röhren von 14 Fuss Länge) 1050 Quadratfuss, die Totalheizfläche also 1130 Quadratfuss. Das Gesammtgewicht der Maschine von 660 Ctnr. vertheilt sich derartig, dass 230 Ctnr. auf die Vorderachse, 200 Ctnr. auf die Mittelachse kommen und 230 Ctnr. auf die Hinterachse. Zwischen Vorder- und Mittelachse sind Federbalanciers von ungleicher Hebellänge eingeschaltet.

2) Dimensionsangaben dieser Maschinen der A. Borsig'schen Fabrik finden sich weiter unten, bei Gelegenheit der Abbildung und specieller Besprechung einer Locomotive dieses Maschinenbauetablissements, in einer Tabelle zusammengestellt.

3) Auch diese Karlsruher Maschinen finden sich später in einer tabellarischen Uebersicht.

4) Schöne Abbildungen nebst Beschreibung giebt Clark in seiner Railway-Machinery p. 213, Plate 18, 19 u. 20. Die Cylinder haben 18 Zoll Durchmesser bei 24 Zoll Kolbenhub. Die Triebräder sind 5 Fuss $^1/_2$ Zoll hoch und der Achsstand beträgt 12 Fuss 2 Zoll. Der Kessel enthält 133 Messingröhren von $2^1/_2$ Zoll (äusserem) Durchmesser und von 14 Fuss $3^1/_2$ Zoll Länge. Die Rostfläche beträgt 10,52 Quadratfuss. Im Betriebszustande wiegt die Maschine $26^1/_4$ Tons, davon kommen $8^1/_2$ Tons auf die Vorderachse, 9 Tons auf die Mittelachse und $8^3/_4$ Tons auf die Hinterachse.

5) The Engineer vom 27. Januar 1863, p. 53 und ferner p. 69 u. 83.

6) Polonceau (Ingénieur en chef de chemin de fer de Paris à Orléans): Machine Locomotive à marchandises à six roues accouplées: in Armengaud, Publication Industrielle etc., Vol. 9, p. 34, Pl. 4 et 5. Um den Eintritt der Vorderräder in Curven zu erleichtern, hat Polonceau die Achse mit einer Vorrichtung versehen, die eine seitliche Verschiebung von etwa $^3/_4$ Zoll gestattet und der man den Namen „osselet“ gegeben hat. Perdonnet a. a. O. Vol. 3, p. 629.

Germain-Bahn zum Betriebe der bekannten schiefen Ebene (Pecq-St.-Germain) mit Inside-Rahmen und Aussencylindern als Tender-Locomotive[1]).

Bei mehr ebenen und weniger in Krümmungen liegenden Bahnen legt man die dritte gekuppelte Achse gewöhnlich hinter die Feuerbüchse und gelangt damit zur Achsenstellung und Disposition Fig. XIV., Tafel B., welche als Repräsentant der englischen schweren Güterlocomotive betrachtet werden kann.

Abbildungen einer solchen (von Ramsbottom construirten) Maschine mit Inside-Rahmen und Cylindern, für den Dienst der London-North-Western-Bahn, giebt Colburn[2]).

Für die Great-Western-Bahn hat neuerdings deren Maschinendirector (J. Armstrong) schöne Maschinen dieser Gattung, mit Inside-Cylindern und mit Doppelrahmen (inside und outside frames) in Swindon bauen lassen, die sich in Colburn's Journal „Engineering" vom 8. Februar 1867, S. 123 u. 130 abgebildet finden[3]).

Sturrock's (Maschinendirector der Great-Northern-Bahn) Locomotiven mit sechs gekuppelten Rädern, der Achsen-Disposition Fig. XIV. entsprechend, mit Aussen- und Innenrahmen und mit inwendig liegenden Cylindern, finden sich beschrieben und schön gezeichnet in Clark's Railway-Machinery p. 212, Plate 17.

Die neuesten Maschinen dieses Constructeurs, mit den bereits S. 338 erwähnten Dampf-Tendern, unterscheiden sich von den vorerwähnten besonders dadurch, dass (nach Cudworth S. 328, Fig. 238) die Hinterachse unter der Feuerkiste placirt wurde, um die Feuerkiste verlängern zu können, ohne den Achsstand vergrössern zu müssen. Eine ähnliche Maschine hatten 1862 Sharp, Stewart & Comp. zur Londoner internationalen Industrieausstellung gesandt, ebenfalls mit Innencylindern und mit Aussen- und Innenrahmen, letztere jedoch nur um für die gekröpften Kurbelachsen ein zweites Lager zu bilden[4]).

1) Die schiefe Ebene Pecq-St.-Germain war früher nach dem System der sogenannten atmosphärischen Eisenbahn angeordnet, welches System jedoch später verlassen wurde. Man sehe deshalb und über die gegenwärtig gebrauchten Locomotiven Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 135 u. 382.

2) Locomotive Engineering, Part 5, Plate 15.

3) Die Cylinder dieser Maschinen haben 17 Zoll Durchmesser bei 24 Zoll Kolbenhub und sind um $1/_{11}$ gegen den Horizont geneigt. Die sechs gekuppelten Triebräder haben 5 Fuss Durchmesser bei 15 Fuss 8 Zoll Achsstand. Die Feuerkisten haben 100 Quadratfuss Heizfläche, die 194 Röhren geben 1132 Quadratfuss Heizfläche, so dass die Totalheizfläche 1232 Quadratfuss beträgt. Die Grösse der Rostfläche beträgt $16\frac{1}{4}$ Quadratfuss. Die Gewichte der Maschine sind folgendermaassen vertheilt:

	Maschine leer.	Maschine gefüllt.
Vorderräder	9 Tons 10 Ctnr.	10 Tons 10 Ctnr.
Mittelräder	10 „ 10 „	10 „ 10 „
Hinterräder	7 „ 4 „	8 „ 18 „
Total	27 Tons 4 Ctnr.	29 Tons 18 Ctnr.

4) Sammann's Bericht u. s. w. Heft 17, S. 464 und schöne Abbildungen in Colburn's Locomotive Engineering, Part 1, Plate 5.

Beyer, Peacock & Comp. führten dies System in jüngster Zeit für die ägyptischen Bahnen aus, wovon Beschreibung und Abbildungen Clark veröffentlichte [1]).

Als Tendermaschinen (Tank Locomotives) benutzt man dies System unter Anderm auf der Vale- und Neath-Eisenbahn (nach Brunnel's Construction und Dubs' Ausführung), welche 7 Fuss Spurweite hat. Abbildung und Beschreibung bei Clark u. s. w. [2]).

In Deutschland dürfte dasselbe als Tender-Locomotive zuerst für die Eisenbahn von Hannover nach Göttingen (von Welkner construirt und von G. Egestorff ausgeführt) in Anwendung gekommen sein [3]).

Für Personen- oder Schnellzüge, sowie für gemischte Züge, wenn die betreffenden Bahnen keine scharfen Curven, aber starke Steigungen besitzen, ist die Achsenstellung X. ein sehr beliebtes und vielfach angewandtes System. Allerdings ist die Lastvertheilung der Maschine nicht so vortheilhaft wie bei der Achsenstellung Fig. XII., dagegen lassen sich hier die Räder grösser nehmen wie bei Fig. XII., wodurch die Maschinen für Schnellfahrten geeigneter werden.

In England [4]) verwendet sie z. B. gegenwärtig die North-Western-Bahn (von Ramsbottom construirt), die Londoner Untergrundeisenbahn (Maschine von Hawthorn), die West-Midland-Bahn (Beyer), die Manchester-Sheffield-Bahn (Fairbairn), die London-Chatam-Dover-Bahn (Sharp), die Eastern-Counties-Bahn, mit Innenrahmen und Aussencylindern [5]), die Great-Northern of Scotland-Bahn [6]), die Great-Northern Bahn in England (von Clark) ebenfalls mit Innenrahmen und Aussencylindern. Endlich hatten dieselbe Gattung Maschinen mit Aussenrahmen und Innencylindern Kiston & Comp. in Leeds zur internationalen Pariser Ausstellung von 1867 gesandt [7]).

In Frankreich scheint vorzugsweise die Paris-Lyoner Bahn diese Maschinengattung für sogenannte gemischte Züge zu benutzen [8]).

In Deutschland findet sich das System X. u. A. auf der Stargard-Posener und auf der Halle-Casseler Bahn (aus der Borsig'schen Fabrik) [9]), ferner auf

1) Recent Practice p. 79*, Plate 36. Diese Maschinen zeichnen sich wieder durch Eleganz und Finishment in Form, Disposition, Details und in der Arbeit aus und sind deshalb für das Studium der Locomotivconstruction nicht genug zu empfehlen.

2) Ebendaselbst p. 77*, Plate 31.

3) Welkner, Die Tender-Locomotive für die hannoversche Südbahn, Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 3, Jahrgang 1857, S. 180, mit Abbildungen auf Blatt 79, ferner in Technologischer Encyklopädie, Supplemente Bd. 2, Artikel „Dampfwagen“, S. 496.

4) Morandière in den Mémoires de la Soc. des Ingénieurs-Civils, 1866, Pl. 62.

5) Schöne Abbildungen in Clark's Recent Practice, Pl. 41.

6) Ebendaselbst Pl. 45.

7) Colburn, Engineering, vom 17. Mai 1867, p. 495. Ueber die Maschinen derselben Gattung, von Armstrong in Elswick und aus der Stephenson'schen Fabrik in Newcastle sehe man Sammann a. a. O., Heft 17, S. 462 u. 463.

8) Das englische Journal „The Engineer“ vom 27. Januar 1865, S. 53, 69 u. 83.

9) Zeichnungen für die „Hütte“, Jahrgang 1855, Tafel 24, Fig. 13. Neuer-

den westphälischen Bahnen (von G. Egestorff in Hannover), deren specielle Beschreibung weiter unten folgen wird[1]).

Als Tenderlocomotive, mit Aussenrahmen und Lagern nach Hall (S. 332) und mit Aussencylindern hat Welkner Maschinen mit der Achsstellung Fig. X. für die Bahn von Göttingen nach Ahrenshausen construirt und von Henschel in Kassel ausführen lassen[2]).

Bei der Maschinengattung Fig. XII., welche als unmittelbar aus der Stephenson'schen Schnellzuglocomotive (Fig. VII.) hervorgegangen betrachtet werden kann und zuerst von Gooch für die Lyoner Bahn ausgeführt zu sein scheint, ist offenbar das Gewicht des ganzen Baues besser vertheilt, wie bei der eben besprochenen Gattung Fig. X., allein sie eignet sich naturgemäss nur für verhältnissmässig kleinere Triebräder und wird daher auch vorzugsweise für schwere (nicht schnell fahrende) Personenzüge und für Güterzüge benutzt. Auf die Hinterachse bringt man nur so viel Belastung, als erforderlich ist, um den Nachtheil einer überhängenden Feuerkiste zu vermeiden.

Im Allgemeinen macht man von dem Systeme Fig. XII. (ausser in Schottland) verhältnissmässig wenig Gebrauch.

In England wird dasselbe u. A. auf der Great-Southern- und Western-Bahn[3]) mit Innenrahmen und Innencylindern und auf der Lancashire-Yorkshire-Bahn[4]), ganz besonders aber auf der schottischen Centralbahn[5]) (Allan-Maschinen) mit Innenrahmen und Aussencylindern verwandt.

dings lieferte Borsig Maschinen derselben Gattung für die holländischen und für die russischen Bahnen. Betreffende Dimensionen finden sich später bei der speciellen Detailbeschreibung einer Borsig'schen Locomotive.

1) Die Esslinger (Kessler'sche) Locomotivfabrik lieferte neuerdings Maschinen der Gattung X. für die dänischen Bahnen. Auch hierüber folgen später Detailangaben.

2) Welkner's Tender-Locomotiven (von Henschel in Kassel ausgeführt) haben aussenliegende Cylinder (an Aussenframes nach Hall's System angebracht) von 15 Zoll Durchmesser und 24 Zoll Kolbenhub, Triebräder von $4\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser und Laufräder, deren Durchmesser $3\frac{1}{2}$ Fuss ist. Die kupfernen Feuerbüchsen haben 4 Fuss 4 Zoll Länge, jede der 166 eisernen Feuerröhren (von $1\frac{5}{8}$ Zoll innerem Durchmesser) ist $10\frac{1}{4}$ Fuss, der ganze Kesselbau 15 Fuss 11 Zoll lang. Der Radstand beträgt 13 Fuss, wovon $6\frac{1}{4}$ Fuss auf den Abstand von Mittel- und Hinterachse kommen. Zwischen den Achsen der Trieb- und Kuppelräder sind zur Ausgleichung der Bahnunebenheiten und um beide Achsen gleichmässig zu belasten, Federbalanciers eingeschaltet. Die hinter und unter der Maschine angebrachten Wassercisternen haben 145 Cubikfuss Inhalt, sowie ausserdem Raum für 50 Cubikfuss Brennmaterial vorhanden ist. Das Totalgewicht einer jeden solchen Maschine, im fertigen Zustande, wie sie aus der Fabrik kommt, ist zu 564 Ctnr. veranschlagt. Der Kaufpreis ist zu 13000 Thlr. festgesetzt.

3) Colburn, Part 10, Pl. 34.

4) Morandière a. a. O., Pl. 62, Fig. 21.

5) Ebendaselbst, Pl. 62, Fig. 22. Nach Maassstab gezeichnete Abbildungen nebst Beschreibung der Allan'schen Maschinen liefert Clark in seinem Recent Practice etc. Pl. 11, p. 80.

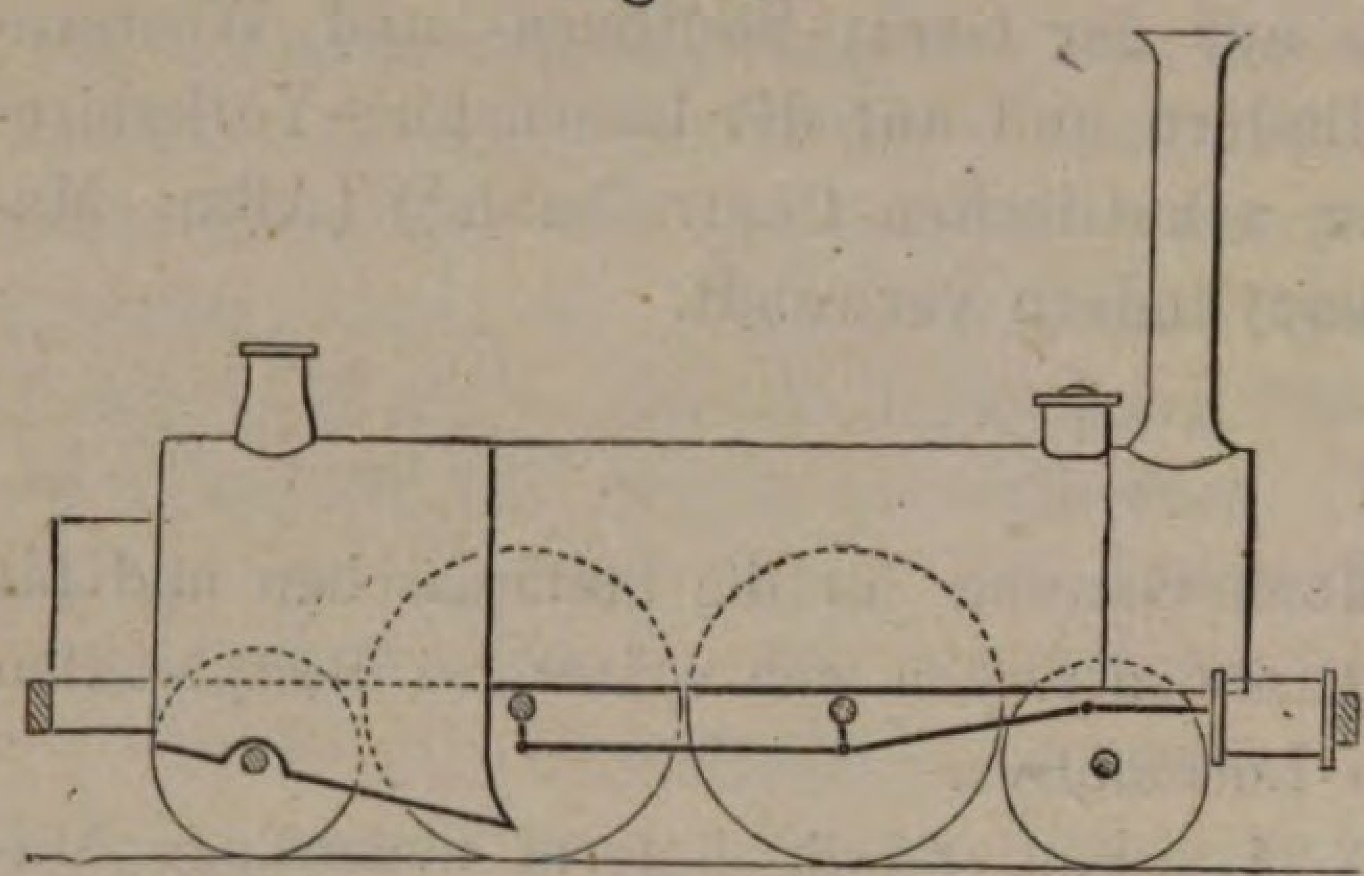
In Frankreich benutzt man dies System auf der Paris-Lyoner Bahn [1]), für gemischte Züge, sowie dasselbe auch neuerdings (von Sharp, Stewart & Comp.) bei den ägyptischen Eisenbahnen Anwendung gefunden hat [2]).

c. Acht- und mehrrädrige Locomotiven.

Locomotiven mit mehr als drei Achsen oder mit mehr als sechs Rädern werden offenbar überhaupt dann erforderlich, wenn man eine so bedeutende Adhäsionskraft bedarf, dass auf jede von nur drei Achsen ein zu grosser Druck fallen würde, um auf eine hinreichende Widerstandsfähigkeit rechnen zu können [3]), oder wenn man, wie bei den Maschinen mit Laufrädern in einem vierrädrigen (amerikanischen) Truck, mit vier Triebrädern den gedachten Zweck bei Bahnen von sehr scharfen Krümmungen erreichen will.

Fig. XV., Tafel B. lässt die Disposition einer seiner Zeit als „Great Britain" Classe berühmten achträdrigen Personenlocomotive der Great-Western-Bahn (nach Brunel's und Gooch's Construction) [4]) erkennen, die (abgesehen vom grossen Radstande) zwar nicht als unzweckmässig angeordnet bezeichnet werden kann, jedoch zu wenig Gewicht auf den Triebrädern ruhen hatte, um für die Dauer vortheilhaft benutzt werden zu können. Ausser in England dürfte dies System wohl nirgends in Anwendung gekommen sein [5]).

Fig. 245.



Als empfehlenswerther Ersatz dieser Maschinengattung ist die Disposition Fig. 245 zu betrachten, nach welcher in jüngster Zeit Schneider in Creuzot Locomotiven für russische Eisenbahnen mehrfach ausführte. Die vier grossen Triebräder geben hinreichende Adhäsion und das Placiren der hinteren Laufachse unter die Feuerkiste verhütet zu grossen Achsstand, ohne einen erheblichen Verlust an directer Feuerfläche (durch den hoch und schräg gestellten Rost) zu veranlassen [6]).

1) Lechatelier, Plachat etc., Guide du Mécanicien-Constructeur, Supplement, Paris 1865, p. 47, Pl. 85.

2) Clark, Recent Practice, p. 80, Pl. 43.

3) Im Protokoll über die Verhandlungen der Dresdner Plenar-Versammlung deutscher Eisenbahn-Techniker vom 11. September 1865 wurde §. 108 als höchstes auf eine Locomotivachse fallende Gewicht (incl. Achse und Räder) 260 Zollctnr. (13000 Kilogramm) empfohlen. (Man sehe hierzu, vergleichsweise, S. 218, Note.)

4) Clark, Railway Machinery, p. 18 und mit grossen Abbildungen begleitet in Tredgold's (von John Weale veranlasster) 2. Auflage (1851) „Locomotive and Stat. Engine", p. 19.

5) Morandière giebt a. a. O. p. 309 Dimensionen, und Pl. 62, Fig. 15 und Fig. 24 Abbildungen derartiger achträdriger Schnellzugsmaschinen von Gooch und Sturrock-Hawthorn, die beziehungsweise noch gegenwärtig auf der Great-Western- und Great-Northern-Bahn im Gebrauche sein sollen.

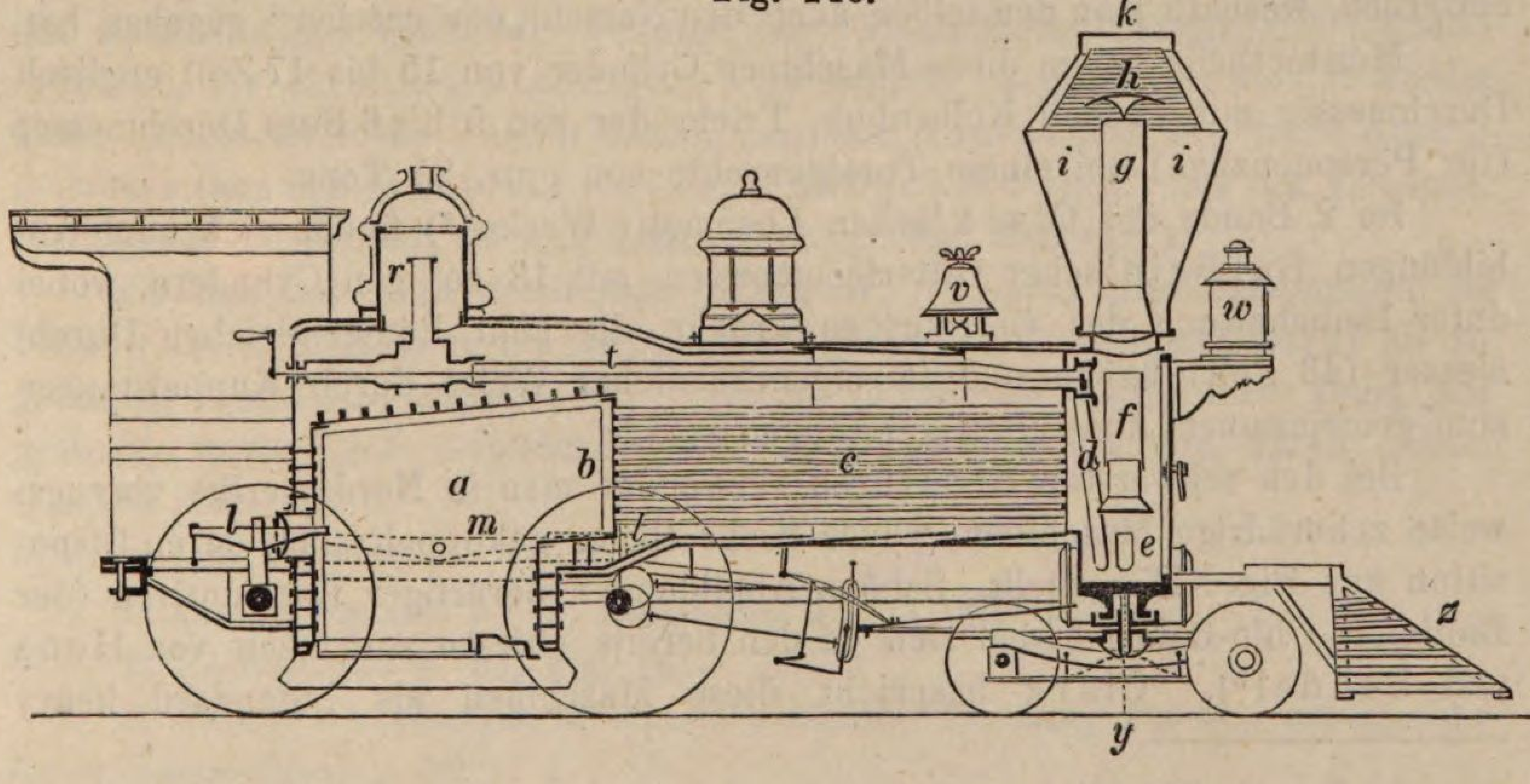
6) Colburn in seinem Journale „Engineering" vom 8. März 1867 liefert

Die achträdrigen Maschinen des Crampton'schen Systems, Fig. XVI., Tafel B., führt Morandière[1]) als noch in England (London-North-Western-Bahn) existirend auf, während Clark[2]) berichtet, dass sie beseitigt sind. Letztere Nachricht dürfte die richtigere sein. Fig. VIII., Tafel A. soll zunächst an die Maschinen (mit vierrädrigem Truck) von Baldwin, Norris (S. 275) und Eastwick-Harrison erinnern, je nachdem man sich beziehungsweise die Triebräder hinter oder vor der Feuerkiste denkt und sie so weit auseinander rückt, dass sie nicht, wie in Fig. VIII. (fälschlich) gezeichnet ist, über einander greifen, sondern gehörig von einander entfernt und durch Kuppelstangen zum gleichzeitigen Aufgreifen gezwungen sind.

Gegenwärtig kommen die ursprünglichen Dispositionen von Baldwin und Norris auch in Amerika nur ausnahmsweise beim Stationsdienste vor[3]), während das beinahe ganz allgemein benutzte Maschinensystem das von Eastwick und Harrison ist, jedoch mit dem Unterschiede (gegen die frühere Anordnung), dass die Dampfcylinder gewöhnlich horizontal liegen, die Feuerkisten länger genommen werden und Datailconstructionen vervollkommnet sind.

Als Prototyp der jetzigen nordamerikanischen Locomotiven für Personen- und gemischte Züge kann Fig. 246 (in $1/_{64}$ der wahren Grösse gezeichnet)

Fig. 246.



p. 209 u. 216 Abbildungen und ausführliche Beschreibung dieser Schneider'schen Schnellzuglocomotiven, woraus wir entnehmen, dass es Aussencylindermaschinen sind, welche man mit inneren und äusseren Rahmen versehen hat, und deren Cylinder 17,32 Zoll (englisch) Durchmesser haben, während der Kolbenhub 23,62 Zoll beträgt. Die gekuppelten Triebräder haben 6 Fuss $10^{11}/_{16}$ Zoll Durchmesser. Der Radstand ist 19 Fuss $^{3}/_{8}$ Zoll. Die Totalheizfläche wird zu 1326 Quadratfuss angegeben und das Gewicht der gefüllten Locomotive zu 38 Tons 6 Ctnr., wovon auf die vier Triebräder 20 Tons $14^{1}/_{2}$ Ctnr. kommen, auf die Vorderräder 9 Tons $18^{1}/_{4}$ Ctnr. und auf die Hinterräder 7 Tons $13^{1}/_{4}$ Ctnr.

1) A. a. O. Pl. 62, Fig. 32.

2) Railway-Machinery p. 19.

3) Henz und Bendel, Aufsätze über Eisenbahnwesen in Nordamerika, Berlin 1862, S. 44.

dienen, welche eine Maschine aus der Fabrik von Rogers in Patterson (New Jersey) darstellt, wovon sich schöne Abbildungen bei Colburn vorfinden[1]). Die bei *a* 5 Fuss lange Feuerkiste dehnt sich nach vorn hin um $1^3/_4$ Fuss weiter aus[2]), um bei *b* eine Art Verbrennungskammer zu bilden, die sich indess, nach glaubwürdigen Nachrichten, nicht überall nützlich gezeigt haben soll. Die Feuerröhren bestehen in den meisten Fällen aus Schmiedeeisen. Nirgends findet man in Amerika Kessel ohne Dom, dessen Platz allerdings der Scheitel *r* der Feuerkiste ist[3]), so dass ein langes Dampfrohr *t* erforderlich wird. Die Blasrohranordnung *ef*, wie die des Funkenfängers *ihk* erhellen hinlänglich aus unserer Skizze. Von etwas eigenthümlicher Construction sind mehrere Theile des vierrädrigen, um die Verticalachse drehbaren Trucks *y*, in welcher Beziehung jedoch auf unsere Quelle verwiesen werden muss.

Auf jedem Kessel findet man ein mit Sand gefülltes Gefäss *u*, um, wenn erforderlich, das Gleiten der Triebräder durch Sanden der Schienen zu verhindern. Ausser einer grossen, zuweilen fünfzölligen Dampfpfeife ist noch eine Signalglocke *v* vorhanden, die bei der Ankunft auf einer Station geläutet wird, während letztere selbst sonst keinerlei Lärmapparate aufzuweisen hat. *w* bezeichnet eine besonders exponirte Laterne und *z* einen eigenthümlich construirten Bahnräumer, um grössere Gegenstände, namentlich Vieh von der Bahn zu entfernen, weshalb man demselben auch den Namen „cow catcher“ gegeben hat.

Meistentheils haben diese Maschinen Cylinder von 15 bis 17 Zoll englisch Durchmesser mit 22 Zoll Kolbenhub, Triebräder von 5 bis 6 Fuss Durchmesser (für Personenzüge) bei einem Totalgewichte von pptr. 25 Tons.

Im 2. Bande des Clark'schen Locomotiv-Werkes[4]) finden sich auch Abbildungen Baldwin'scher Güterlocomotiven mit 18-zölligen Cylindern, wobei unter Beibehaltung des vierrädrigen Trucks alle acht Räder gleichen Durchmesser (43 Zoll) haben und in eigenthümlicher Weise durch Kuppelstangen zum gemeinsamen Aufgreifen gezwungen sind[5]).

Bei den schwersten Güterzügen verwendet man in Nordamerika vorzugsweise zehnrädrige Maschinen, wovon sechs Räder gekuppelt sind, deren Disposition aus Fig. XIX. erhellt. Schöne Abbildungen derartiger Locomotiven (der Baltimore-Ohio-Bahn) finden sich in den bereits citirten Aufsätzen von Henz und Bendel[6]). Clark bespricht diese Maschinen als „Standard heavy

1) Part 6, Pl. 19.

2) Bei Maschinen, wo ausschliesslich Anthracit als Brennmaterial verwandt wird, macht man die Feuerkisten bis zu 8 Fuss lang. Man sehe deshalb Kirchweger's Reisenotizen über nordamerikanische Eisenbahnen in Heusinger's Organ 1867, S. 57.

3) Man sehe wegen noch anderer Abbildungen neuerer amerikanischer Locomotiven in Clark's Recent Practice, Pl. 46 u. 47 und das Journal „The Engineer“ vom 16. Aug. 1867, p. 137 (das Exemplar der Pariser Ausstellung von 1867).

4) Recent Practice, Pl. 48 nebst Beschreibung im Text p. 82*.

5) Man sehe wegen specieller Zeichnungen der betreffenden Detailanordnungen sowohl Henz und Bendel's bereits citirte Aufsätze, als auch Colburn's Locomotive-Engineering, Part 5, p. 85, wo diese „Baldwin Trucks for coupled goods engines“ ausführlich besprochen und durch Abbildungen erläutert werden.

6) Blatt 21 bis 24 mit vielen Details.

goods engines" [1]) und als „Baldwin's ten-wheeled engines" [2]) und hebt bei letzteren hervor, dass die Räder 49 Zoll hoch sind, die Hinterachse unter der Feuerkiste angebracht ist, die Dampfkolben 19 Zoll Durchmesser und 22 Zoll Hub haben, das Totalgewicht der Maschine 61000 Pfd. beträgt und dass hiervon 42500 Pfd. zur Adhäsion verwandt, die übrigen 18500 Pfd. aber vom vierrädrigen Truck getragen werden.

Völlig steife Maschinen mit acht gekuppelten Rädern werden in Amerika nur selten benutzt, indess zeigt die Skizze XVIII. eine derartige Gattung von Baldwin ausgeführt, wobei die Hinterachse unter der Feuerkistenmitte angebracht ist. In Henz-Bendel's Aufsätzen werden sie als Maschinen beschrieben und abgebildet, welche für starke Steigungen noch vor einigen Jahren Ross Winaus in Baltimore baute und die man hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Constructionsdetails besonders belobt.

Ausserhalb Amerika scheinen acht- und mehrrädrige Locomotiven mit Truckgestell neuerdings wieder mehrfach als praktisch brauchbare Maschinen Aufnahme zu finden.

Für die North-London Eisenbahn lieferte sie die Stephenson'sche Fabrik in Newcastle als Tender-Locomotive (Tank Locomotive with Bogie) mit Insidecylindern nach der Disposition XVII. [3]) und als Personenlocomotive mit siebenfüssigen (ebenfalls gekuppelten) Triebrädern, jedoch mit Outsidecylindern, für die Stocton-Darlington Eisenbahn [4]). Ebenfalls verwendet werden diese Locomotiven als Tender-Maschinen mit etwas schräg liegenden Aussencylindern (aus der Fabrik von Beyer, Peacock & Comp.) auf der Londoner Untergrund-Eisenbahn (Metropolitain Underground Railway [5]).

Endlich hat ganz neuerdings (1866) W. Adams, Maschinenmeister der North-London Eisenbahn, die Disposition Fig. XVII. (mit Innencylindern) als sogenannte Normal-Locomotive für gedachte (allerdings sehr kurze) Bahn aufgestellt, wovon sich Abbildungen und Beschreibungen in den unten citirten Quellen finden [6]).

1) Recent Practice p. 52, Diagramm, Pl. 11, Fig. 2.

2) Ebendaselbst p. 53, Fig. 18.

3) Schöne Abbildungen in Clark's Recent Practice, Pl. 44, mit ausführlicher Beschreibung p. 80*.

4) Colburn, Locomotive-Engineering, Part 9, Pl. 27.

5) Morandière a. a. O. p. 251 u. 280 mit Abbildung auf Tafel 60, Fig. 16. Von der Polizei ist hier die Verpflichtung auferlegt, dass diese Locomotiven ihren Rauch verbrennen (Cokes als Heizmaterial verwenden) und keinen Dampf aus dem Blasrohre entweichen lassen, sondern diesen condensiren.

6) Diese Maschine hat Cylinder von 17 Zoll englisch Durchmesser und 24 Zoll Kolbenhub, vier Triebräder von 5 Fuss 9 Zoll Durchmesser und vier Laufräder von 3 Fuss Durchmesser, einen Achsstand von 19 Fuss 5 Zoll (Abstand der Hinterachse von der Mitte des Drehgestelles), wobei jedoch dem Reibnagel etwas seitliche Bewegung gegeben ist. Das Totalgewicht der Maschine beträgt (wie bei der erwähnten Locomotive von Beyer) 42 Tons, wovon 30 Tons auf den Triebrädern liegen. Ausführlicheres über Adam's Normal-Locomotive enthält (mit grossen Abbildungen begleitet) die englische Zeitschrift „The Engineer" vom 12. Januar 1866, p. 24 und vom 2. März 1866, p. 162 u. 163.

Auf dem europäischen Continente hat sich das Locomotivsystem mit vierrädrigem Truck nur in Oesterreich, dem Grossherzogthum Baden und in der Schweiz heimisch gemacht, obwohl ihm eine weitere Verbreitung zu wünschen wäre [1]).

Locomotiven mit sechs gekuppelten Rädern und mit vierrädrigem eigenthümlichen Truckgestell hat der belgische Maschinenmeister Vaessen (von der St.-Léonhard-Gesellschaft zu Lüttich für die spanische Elisabeth-Bahn) ausführen lassen. Der Wendeschemel des Truckgestelles ist nämlich so construirt, dass sich die Radachsen fast nach allen Richtungen bewegen, in den Curven seitlich verschieben und nach den Ueberhöhungen der äusseren Schienen zuneigen können [2]).

Von ähnlicher Anordnung sind auch die zehnrädrigen Locomotiven (vier Räder im Truck), welche 1863 Sharp u. Stuart für die ostindischen Bahnen und speciell für die schiefe Ebene von Bore-Ghaut ausführten, worüber Morandière in seiner oft citirten Arbeit über englische Locomotiven berichtet und auch Abbildungen beifügt [3]).

Fig. 247 endlich erinnert nochmals an diejenige Gattung Locomotiven mit vier Paar gekuppelten Rädern (S. 335), welche jetzt in Oesterreich (Semmering- und Brenner-Bahn) [4]) und in Frankreich (Midi- und Orleans-Bahn) [5]) die Engerth'schen Maschinen ersetzen und neuerdings auch auf den spanischen [6]) und

1) Man sehe später folgende Tabellen, welche die vorzüglichsten Dimensionen von Locomotiven österreichischer Staatsbahnen und der Schweizer-Nordost-Bahn enthalten.

2) Ueber Vaessen's Locomotiven mit dem doppelt beweglichen Truckgestell (Train articulé) handelt ein mit Abbildungen begleiteter Aufsatz des Ingenieurs Claus in Heusinger's Organ, Jahrgang 1863, S. 269. Ebenfalls werden sie besprochen (und abgebildet) in Perdonnet's Traité élémentaire des chemins de fer, Vol. 4 (1865), Pl. 363 etc.

3) Mémoires de la Soc. des Ingenieurs-Civils 1866, p. 25, mit Abbildungen auf Tafel 60, Fig. 17 und Tafel 61, Fig. 24.

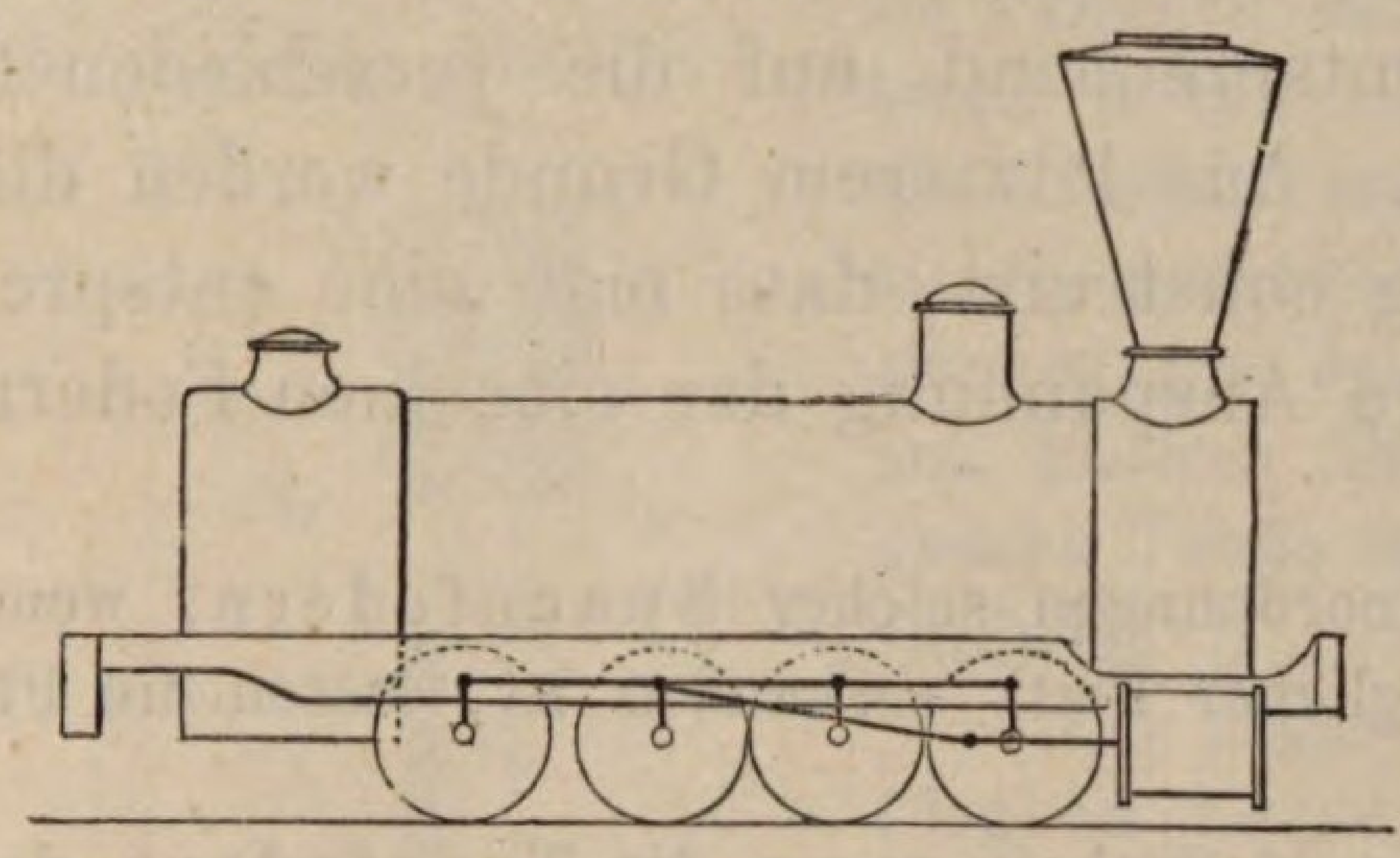
4) Man sehe eine später folgende Zusammenstellung der Hauptdimensionen bemerkenswerther österreichischer Locomotiven.

5) Abbildungen dieser Maschinen finden sich in Perdonnet's Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 538. Ausführlich beschrieben werden diese (von Cail in Paris für die Orleans- und Midi-Bahn erbauten) Locomotiven in dem 1865 erschienenen Supplement zu Lechatelier, Flachat etc., Guide du Mécanicien-Constructeur, p. 95. Die beiden Cylinder von $0^m,50$ Durchmesser liegen ausserhalb, der Kolbenhub ist $0^m,650$, die nach Tenbrink (S. 328) construirte Feuerkiste hat 10,637 Quadratmeter Heizfläche, während die Heizfläche der 251 Röhren (von $5^m,160$ Länge) 196,20 Quadratmeter, die Gesammtheizfläche also 206,837 Quadratmeter beträgt. Im dienstlichen Zustande wiegen diese Maschinen 44200 Kilogramm, welches Gewicht fast gleichmässig auf alle vier Achsen vertheilt ist. Angegeben wird, dass sie (im Sommer) Züge von 254 Tonnen Gewicht auf Ansteigungen von $1/_{66}$ mit einer Geschwindigkeit von 15 Kilometer pro Stunde fortschaffen. (Man vergleiche damit die S. 340 in der Tabelle angegebenen Leistungen anderer französischer Maschinen.)

6) Abbildungen bei Perdonnet a. a. O., p. 583, Fig. 266. Beschrieben

russischen [1]) Bahnen in Anwendung gekommen sind. Um das Durchfahren von Bahncurven mit diesen Maschinen zu erleichtern, giebt man (in der Regel, wie schon S. 312 erwähnt) den Achsen eine mehr oder weniger seitliche Verschiebung [2]).

Fig. 247.



Von den noch übrigen Skizzen unserer lithographirten Tafel B. stellt Fig. XX. die bereits S. 307 besprochene Kirchweger-Fink'sche Maschinengattung mit Blindachse dar, welche sich mit den Fink'schen Verbesserungen auf der Steyerdorfer Kohlenbahn derartig bewährt [3]), dass man sich veranlasst gefunden hat, ein längere Zeit gebrauchtes Exemplar zur Pariser internationalen Ausstellung vom Jahre 1867 zu senden.

Endlich erinnern die Skizzen Fig. XXI. u. XXIII. an die jüngsten Maschinen von Petiet-Gouin auf der französischen Nordbahn (S. 336), die noch fortwährend der Gegenstand von Lob und Tadel sind, sowie Fig. XXII. das S. 339 besprochene Project Thouvenot's darstellt, dessen Ausführung auch 1867 vergeblich erwartet worden ist.

§. 25.

Federn und Compensationshebel der Locomotiven.

Die Nothwendigkeit, alles passive Eisenbahnfuhrwerk mit Federn zu versehen (S. 164 bis 179), tritt bei den Locomotiven in viel erhöhterem Maasse auf, indem hier das Uebertragen von Schwankungen, Erschütterungen und Stössen auf mehr oder weniger kostbare Maschinenorgane so viel als nur irgend möglich unschädlich gemacht werden muss.

Ueberdies benutzt man bei den meisten Locomotiven die Anordnung der Federn noch dazu, innerhalb gewisser Grenzen (je-

und besprochen in dem eben citirten Supplemente des Guide du Mécanicien etc., p. 60; wobei hervorgehoben wird, dass für die spanische Nordbahn Schneider in Creusot diese achträdrigen Locomotiven geliefert hat.

1) Die Dimensionen derartiger achträdriger, für die russischen Bahnen von Borsig ausgeführter Locomotiven findet man in einer später folgenden Tabelle zusammengestellt.

2) Ebenfalls im Supplemente zum Guide du Mécanicien etc., p. 59, besprochen. Ferner in Fink's lesenswerthem Aufsatze „Ueber Locomotiven für starke Steigungen und scharfe Curven" in Heusinger's Organ, Jahrgang 1866, S. 68 und 70.

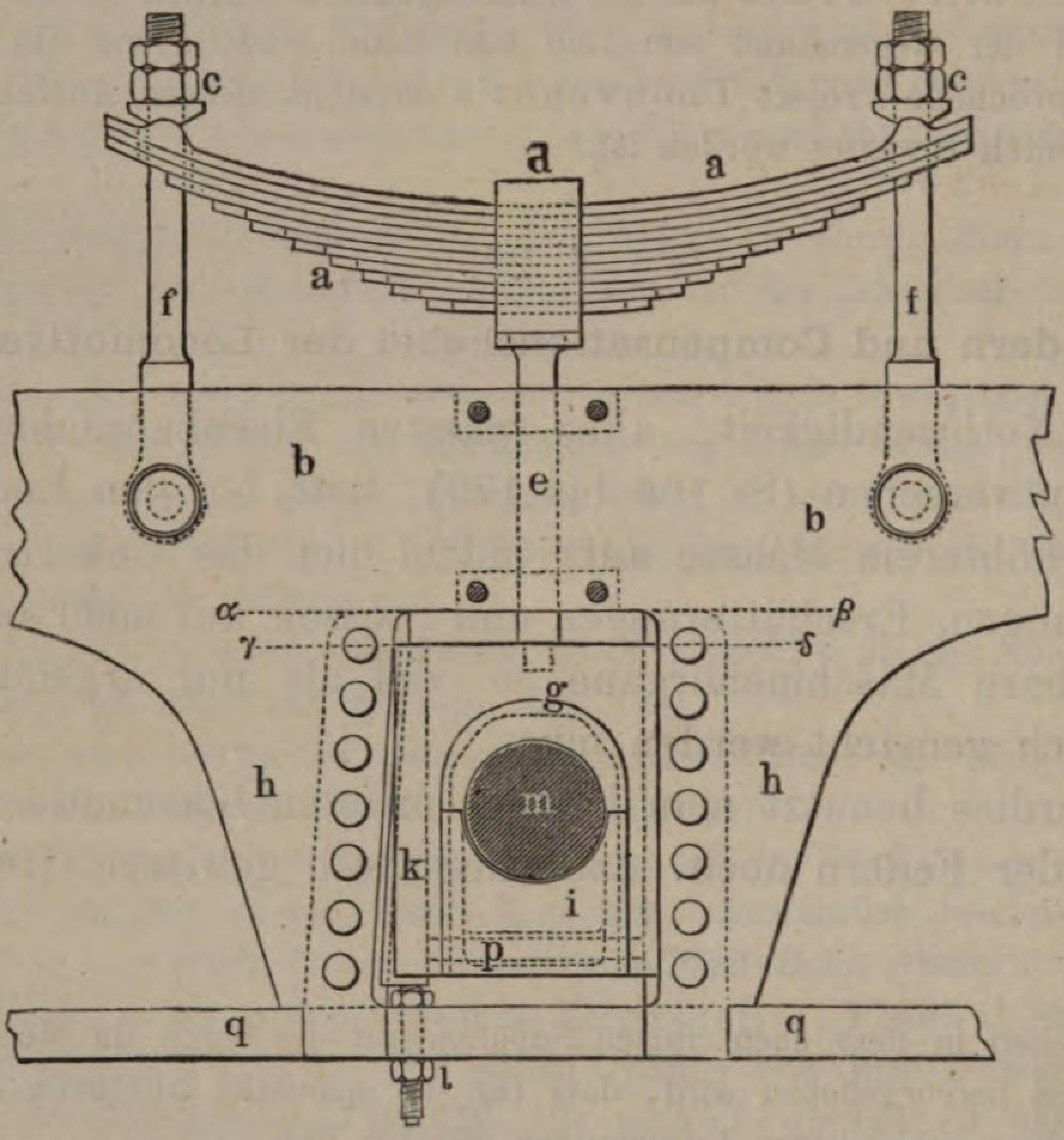
3) Fink's eben citirter Aufsatz, S. 72 und 73.

doch viel weiteren als bei den neueren Federn der Eisenbahn-Personenwagen S. 177) Veränderungen und Regulirungen des auf die einzelnen Achsen fallenden Gewichtes vornehmen oder das vorhandene Gewicht zweckentsprechend auf die verschiedenen Achsen vertheilen zu können. Aus letzterem Grunde werden die Locomotivfederwerke derartig construirt, dass man eine entsprechend grössere oder geringere Anspannung der einzelnen Federn leicht vornehmen kann.

Eine der gebräuchlichsten Anordnungen solcher Spannfedern, wenn über dem Maschinenrahmen hinlänglicher Platz vorhanden ist, lassen die Figuren 248 bis 250 erkennen.

In Bezug auf Constructionsverschiedenheit gegen die Tragfedern der Personen- und Güterfuhrwerke (S. 132, 170 u. s. w.) erhellt sofort, dass hier erstens die Spannfeder *aa* mit dem Federbügel (Federkapsel) *d* nicht un-

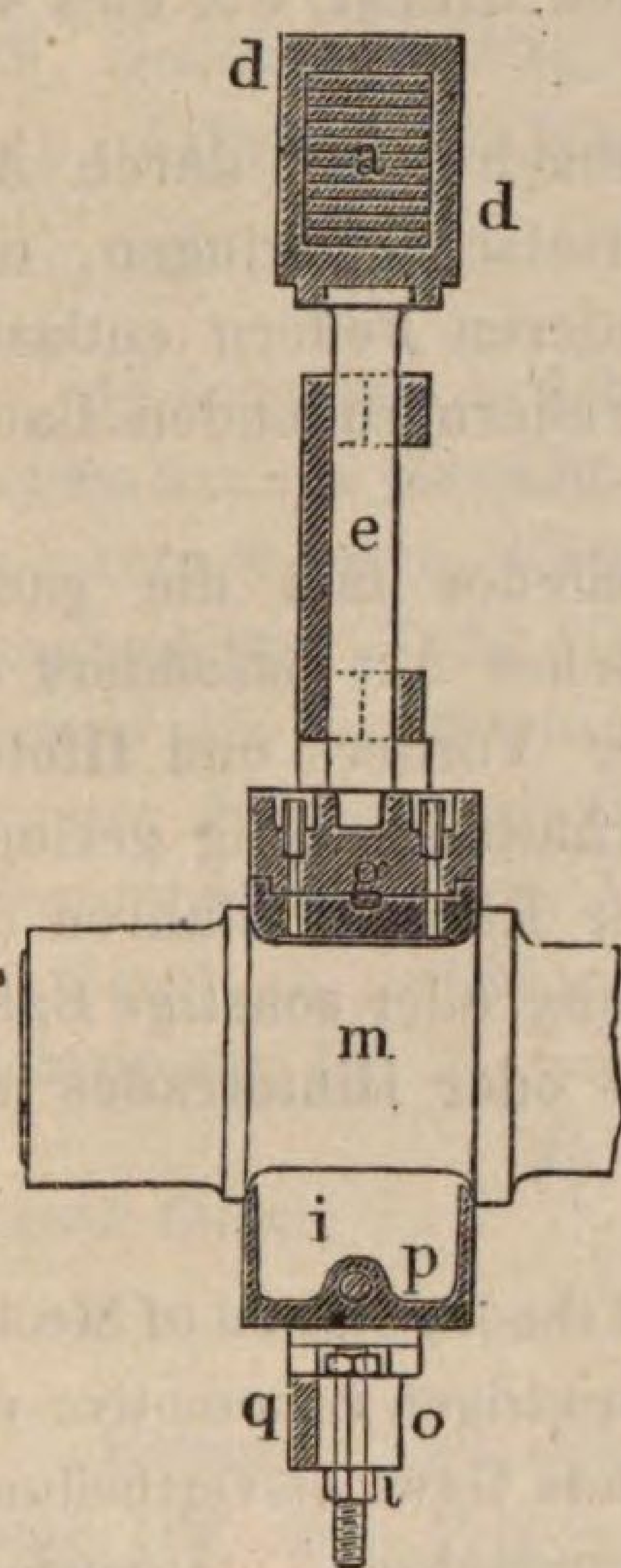
Fig. 248.



mittelbar auf dem Deckel der Achsbüchse *g* aufliegt, wie dies bei den passiven Fuhrwerken (S. 223, 224) der Fall ist, sondern dass man eine cylindrische in Führungen verschiebbare Stütze, die Federstütze *e*, eingeschaltet hat, sowie zweitens, dass die Enden der Feder durch vertical stehende (oder nur wenig geneigte) Spannschrauben *cf* (oft auch gabelförmige Gehänge) in geeignete Verbindung mit dem Gestellrahmen der Maschine gebracht sind, die durch Anziehen oder Lösen der Muttern *c* es ermöglichen, dass der Rahmenbau seine Lage gegen die Achsen verändern kann.

Die erforderliche Anordnung der Achsbüchse *g*, wie des Untertheils *i* derselben, welches letztere durch einen cylindrischen Stift *p* an seiner Stelle gehalten wird, ferner die Construction der Achsbüchse *g i*, derartig, dass sie zwischen der Oeffnung der gabelförmigen Achshalter *h* verschoben werden kann, die Anordnung eines Keiles *k* mit Schrauben *l* zum Stellen und Nachziehen der Achsbüchse, die Achshalterverbindungsstangen *q* u. dgl. m.: Alles dieses erhellt vollständig aus unseren Abbildungen, in welchen sich überall gleiche Theile mit denselben Buchstaben bezeichnet vorfinden [1]).

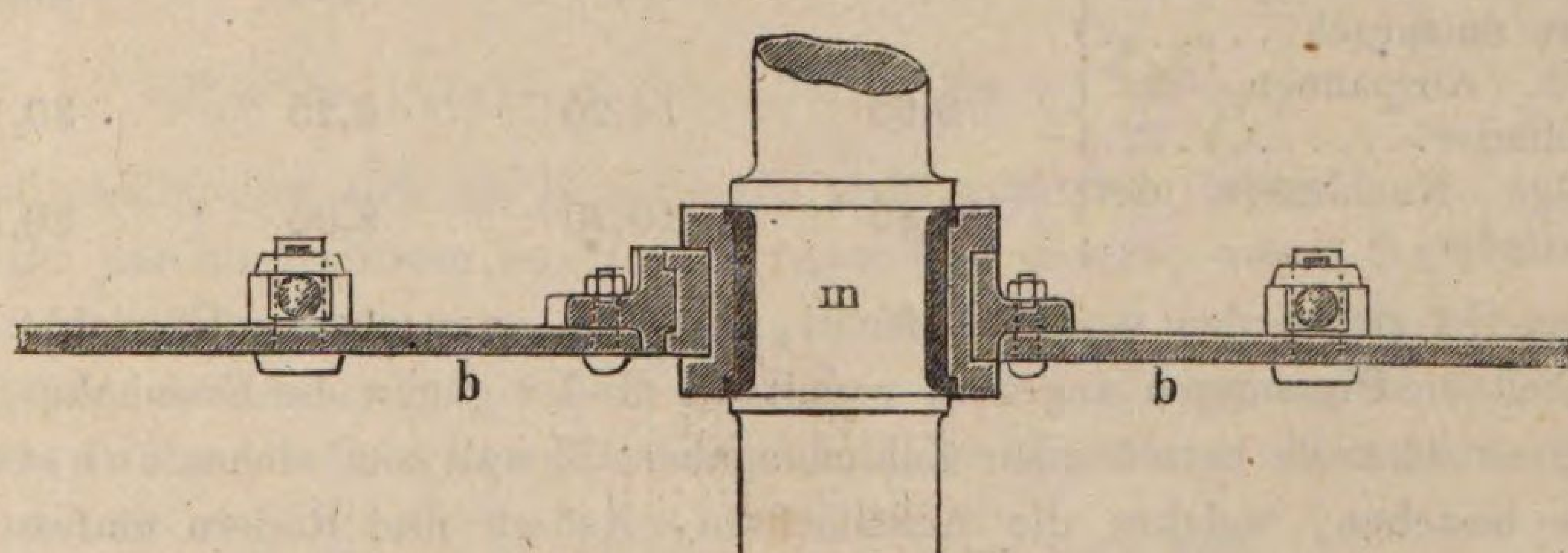
Fig. 249.



Der ganze an dem Maschinenrahmen *b* befestigte Oberbau (Kessel, Maschinen u. s. w.) der Locomotive hängt sonach mittelst der Spannschrauben *cf* an den Federn und ruht endlich mittelst der Stützen *e* auf den Achsen *m* der Räder, eine Disposition, deren Vortheile noch mehr aus folgenden Betrachtungen hervorgehen.

Wäre die Federstütze *e* nicht vorhanden, so würde der Rahmen *bb* so weit niederwärts gehen, bis die obere durch die punktirte Linie *αβ* in Fig. 248 angedeutete Kante der Achshalteröffnung auf der Achsbüchse *g* ruht. Dasselbe würde auch der Fall sein, wenn man die Schrauben *cc* gar nicht angezogen hätte, da ihre Bolzen *ff* durch die Enden der

Fig. 250.



Federn frei hindurchtreten können, wie Fig. 248 durch punktirte Linien angedeutet ist. Sobald man jedoch die Federstütze *e* einschaltet und die Schrauben *cc* gehörig anzieht, stemmt sich der untere Theil von *e* gegen die obere Fläche der Achsbüchse (man sehe hierzu besonders die Durchschnittsfigur 249) und stützt sich weiter auf den Achsen und Rädern, so dass ein Ausweichen nach unten hin unmöglich wird und folglich ein Aufsteigen des ganzen Rahmens

1) Wegen anderer Federanordnungen bei Locomotiven sehe man insbesondere folgende Werke: Lechatelier, Flachat etc., Guide du Mécanicien-Constructeur, seconde édition 1858. — Redtenbacher, Der Maschinenbau, Bd. 3, S. 123. — Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 268.

und des auf ihm befestigten Baues so lange erfolgt, bis zwischen der Achsbüchsenoberfläche und der Rahmenkante $\alpha\beta$ ein freier Raum entsteht, der in Fig. 248 durch den Abstand der Linien $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$ angedeutet ist.

Das Anspannen der Feder *aa* veranlasst aber, dass ihre Elasticitätsintensität stärker auf die Achsbüchse wirkt, oder dass ein grösserer Theil der Last des an die Federn gehangenen Baues auf die Achsen drückt, als dies vor Anspannung der Feder *aa* der Fall war.

Bei einer dreiachsigen Maschine kann man demnach auch durch Anspannen der Mittelfeder fast die ganze Last auf die Mittelachse bringen, und zwar in dem Maasse, als durch diese Operation die anderen Federn entlastet werden, indem das Totalgewicht des ganzen auf den Federn ruhenden Baues offenbar überhaupt nicht verändert wird.

Ebenso vermag man durch Nachlassen der Mittelfeder fast die ganze Last auf die Vorder- und Hinterräder zu bringen[1]), welcher Act besonders erforderlich wird, wenn die ursprüngliche Elasticität der Vorder- und Hinterfedern abgenommen hat, oder überhaupt an sich ein verhältnissmässig geringes Gewicht auf diese beiden Achsen fällt. Beim Vor- oder Rückwärtsfahren der Locomotive könnte sonst eine geringe (zufällige) Erhöhung oder sonstige Bahnunebenheit ein Aufsteigen, beziehungsweise des Vorder- oder Hinterrades und dadurch ein Entgleisen der Maschine herbeiführen.

1) Der englische Ingenieur Robinson (Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 5. Mai 1864, p. 108) erhielt bei einer sechsrädrigen Locomotive von 31,10 Tonnen Totalgewicht durch directes Abwägen folgende Gewichtsvertheilung:

	Vorderachse. Tonnen.	Mittelachse. Tonnen.	Hinterachse. Tonnen.	Totalgewicht. Tonnen.
a. Bei der Federspannung, welche dem Normalzustande entsprach........	10,55	12,50	7,05	30,10
b. Durch Anspannen der Mittelfeder.............	9,65	14,20	6,25	30,10
c. Zufolge Nachlassen der Mittelfeder.............	11,85	10,20	8,05	30,10

Bemerkt zu werden verdient hierbei, dass die angegebenen Gewichte selbstverständlich die Pressungen angeben, womit die Räder gegen die Eisenbahnschienen drücken, so dass die betreffenden Zahlenangaben überall aus einem constanten Gewichte bestehen, welches die Achsbüchsen, Achsen und Rädern umfasst, und aus einem veränderlichen Gewichte, welches dem auf den Federn ruhenden Baue entspricht. Die constanten Gewichte ermittelte Robinson zu $p_1 = 1{,}76$ Tons für die Vorderachse, zu $p_2 = 3{,}66$ Tons für die Mittelachse (Triebachse) und zu $p_3 = 1{,}68$ Tons für die Hinterachse. Bezeichnet man daher die veränderlichen Gewichte beziehungsweise mit P_1, P_2 und P_3, so erhält man:

Für die Vorderräder: $P_1 + p_1 = 8{,}79 + 1{,}76 = 10{,}55$ wie (unter a.) oben
„ „ Mittelräder: $P_2 + p_2 = 8{,}84 + 3{,}66 = 12{,}50$ „ „
„ „ Hinterräder: $P_3 + p_3 = 5{,}37 + 1{,}68 = 7{,}05$ „ „

Das Totalgewicht $= W$ der ganzen Locomotive besteht sonach aus: $P_1 + P_2 + P_3 = P$ und aus $p_1 + p_2 + p_3 = p$, d. i. aus $P + p = 23 + 7{,}10 = 30{,}10$ Tonnen.

Ueber eine zweckmässige Wage (vom Maschinenmeister Erhardt in Dresden) zur directen Ermittelung der Belastung der Locomotivräder, handelt ein Aufsatz des Herrn v. Weber in Heusinger's Organ, Jahrgang 1866, S. 14.

Bei vierrädrigen oder zweiachsigen Locomotiven, wenn zwei Federn an jeder Seite vorhanden sind, kann man höchstens durch Anziehen oder Nachlassen der übereck (in diagonaler Richtung) vorhandenen Federn Veränderungen bewirken, was jedoch nur selten oder gar nicht erforderlich wird[1]).

Um bei Locomotiven mit gekuppelten Rädern Unebenheiten der Bahn auszugleichen und die Belastung der zum Aufgriffe (zur Adhäsion) bestimmten Räder möglichst gleich zu machen,

1) Innerhalb welcher Grenzen durch die Federspannung bei einer sechsrädrigen Locomotive die Gewichtsvertheilung des auf den Federn ruhenden Oberbaues verändert werden kann, hängt mit der Bestimmung des Schwerpunktes (in Fig. I. der lithographirten Tafel C.) des Oberbaues zusammen. Bezeichnet man nämlich den Abstand der Vorderachse A von der Mittelachse C mit a, den Abstand der letzteren von der Hinterachse C mit b und die Entfernung der Senkrechten durch den Schwerpunkt von der Mittelachse mit x, so ergiebt sich, nach bekannten Sätzen der Geostatik, wenn man für die Achsenbelastungen durch den Oberbau die Bezeichnungen P_1, P_2 und P_3 der vorigen Note beibehält, die Gleichung:

$$P_1(a - x) = P_2 x + P_3(b + x),$$

woraus folgt:

$$\text{I.} \quad x = \frac{P_1 a - P_3 b}{P}, \text{ wenn } P_1 + P_2 + P_3 = P \text{ gesetzt wird.}$$

Hiernach lässt sich also die Belastung nur insoweit ändern, als dies die constante Differenz $P_1 a - P_3 b$ zulässt.

Für eine zweiachsige Maschine mit dem Achsenstande $= c$, wenn man die Schwerpunktsentfernung von der Vorderachse $= y$ setzt, erhält man dagegen die Gleichung:

$$P_1 x = P_2(a - y), \text{ also: II. } y = \frac{P_2 c}{P_1 + P_2},$$

woraus erhellt, dass sich die Belastungen nicht verändern lassen.

Bei der oben citirten sechsrädrigen Locomotive, womit Robinson seine Versuche anstellte, war $a = 74$ Zoll $= 6$ Fuss 2 Zoll, $b = 102$ Zoll $= 8$ Fuss 6 Zoll oder der Achsstand $a + b = 14$ Fuss 8 Zoll. Daher ergiebt sich für diesen Fall aus I. für den Schwerpunktsabstand von der Mittelachse nach vorn gerechnet:

$$x = \frac{8{,}79 \,.\, 74 - 5{,}37 \,.\, 102}{23} = 4{,}42 \text{ Zoll.}$$

In gewöhnlichen Fällen versteht man unter dem Schwerpunkte einer Locomotive den, welcher dem Totalgewichte, d. h. dem Gewichte von Ober- und Unterbau zusammen entspricht, zu dessen Berechnung offenbar nach den vorhergegangenen Bezeichungen aus I. die Gleichung folgt, wenn man überdies z statt x setzt:

$$\text{III.} \quad z = \frac{(P_1 + p_1)a - (P_3 + p_3)b}{P + p}.$$

Für unseren speciellen Fall ist daher:

$$z = \frac{10{,}55 \,.\, 74 - 7{,}05 \,.\, 102}{23 + 7{,}1} = 2{,}71 \text{ Zoll.}$$

Diese Entfernung ist verhältnissmässig klein. Für die meisten Fälle ist es besser, $z = 6$ Zoll und mehr zu nehmen. Man sehe hierüber namentlich Clark in seinem Werke Railway-Machinery, p. 190 bis mit 192.

sowie die Vortheile einer langen Federbasis herbeizuführen, schaltet man sehr oft zwischen den Federn sogenannte Compensationshebel oder Federbalanciers ein, wovon sich auf den lithographirten Tafeln C. und D. die zur Zeit gebräuchlichsten Anordnungen gezeichnet vorfinden.

Fig. II. ist eine gute in Amerika gebräuchliche Anordnung von Federbalanciers, welche sich dort bei zehnrädrigen Locomotiven bewährt, wovon sechs Räder gekuppelt und die vier übrigen im sogenannten Truck zusammengestellt sind [1]).

1) Ausführliche Beschreibung und Abbildung dieser Anordnung findet sich in den bereits mehrfach citirten Aufsätzen von Henz und Bendel. Hier werde nur noch Einiges über die Berechnung der Lastvertheilung und der Schwerpunktslage dieser Gattung zehnrädriger Locomotiven mitgetheilt.

Bezeichnet man die Drücke, welche der auf den Federn ruhende Bau veranlasst (nach Fig. II., Tafel C.), mit P_1, P_2 und P_3 für die drei gekuppelten Achsen und mit P_4 für den Reibnagel des Trucks, bezeichnet ferner die Achsenabstände beziehungsweise mit a, b und c, und nimmt man an, dass der Schwerpunkt des Oberbaues in der Entfernung $= e$ von der Triebachse nach dem Truck zu liegt, so erhält man nach bekannten Sätzen der Geostatik die Gleichungen:

$$P_3 (b + e) + P_2 e = P_1 (a - e) + P_4 (c + a - e);$$

$$P_1 + P_3 = 2 P_2 \text{ (weil } \overline{ik} = 2 \overline{kl} \text{ und } u + v = P_2 \text{ ist, wenn die Drücke bei } m \text{ und } n \text{ mit } u \text{ und } v \text{ bezeichnet werden);}$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4.$$

Also allgemein drei Gleichungen und vier Unbekannte, so dass die Lösung der Aufgabe der Druckberechnungen eine Unbestimmte bleibt, so lange man nicht einen der Drücke als bekannt voraussetzt.

Für den speciellen Fall (eine Maschine der Baltimore-Ohio-Bahn), dass das Gesammtgewicht des Oberbaues $P = 60000$ Pfd. (fast 27 Tons) ist und hiervon $P_4 = 15000$ Pfd. auf das Truckgestell fallen, ferner $a = b = 4^1/_3$ Fuss und $c = 6^1/_3$ Fuss ist, erhält man aus der ersten der vorstehenden Gleichungen für die Schwerpunktsentfernung $= e$:

$$e = \frac{a (P_1 + P_4 - P_3) + P_4 c}{P}.$$

Weil ferner $P_1 + P_2 + P_3 = 45000$ Pfd. gegeben, also $P_1 + P_3 = 45000 - P_2$ ist, so folgt noch aus der zweiten obiger Gleichungen $45000 - P_2 = 2 P_2$, also $P_2 = 1500$ Pfd. und $P_1 + P_3 = 30000$ Pfd. Mit der Forderung, dass $P_1 = P_2 = P_3$ sein soll, ergiebt sich

$$e = \frac{(a + c)\, P_4}{P},$$

also für die obigen Zahlenwerthe $e = 10{,}66 \, \frac{15000}{60000} = 2^2/_3$ Fuss.

In beiden hier erörterten Fällen lässt sich, nach der Gestalt, unter welcher die für e entwickelten Werthe erscheinen, eine Aenderung der Belastungsgrössen, P_1, P_2 und P_3 durch Anziehen der Schrauben bei i und l nicht vornehmen, was auch aus der getroffenen constructiven Anordnung ohne Weiteres hervorgeht.

Die Federbügel $b_1 b_1$ sind hier am Gestellrahmen $a_1 a_1$ unverrückbar befestigt und das Verhältniss ihrer Hebelarme ik zu kl wie 1 zu 2 gewählt, während der Balancier mn gleicharmig ist und mit seiner Mittelstütze auf die Achsbüchse der Mittelräder drückt.

Fig. III., Tafel C. bezieht sich auf eine sechsrädrige Locomotive, die man mit vier unabhängigen Langfedern und einer Querfeder ausgestattet hat, welche letztere mit ihrer Längenrichtung parallel über der Hinterachse liegt.

Der Zweck dieser Anordnung ist ein doppelter. Erstens will man unter allen Umständen auf beide Hinterräder stets gleiche Drücke bringen; zweitens aber auch eine hinlänglich lange Feder möglich machen, was mit zwei getrennten unabhängigen Federn nicht zu erreichen ist, indem hierzu der erforderliche Platz zwischen Kessel und Feuerkiste fehlt[1]). Die betreffende Detailanord-

Behält man die Disposition, welche für die Triebachsen gewählt ist, bei, denkt sich jedoch die ganze Locomotive entsprechend verkürzt und den Truck gänzlich entfernt, so dass P_4 = Null wird, so erhält man:

$$P_1 = \frac{P}{3}\left(\frac{2b + 3e}{a + b}\right);\quad P_2 = \tfrac{1}{3} P;\quad P_3 = \frac{P}{3}\left(\frac{2a - 3e}{a + b}\right)$$

und

$$e = \frac{P_1 a - P_3 b}{P} \text{ (wie I. S. 361).}$$

Für den speciellen Fall, dass $a = b$ genommen wird, ergiebt sich:

$$P_1 = \frac{P}{3}\left(1 + \frac{3e}{2a}\right);\quad P_2 = \frac{1}{3} P;\quad P_3 = \frac{P}{3}\left(1 - \frac{3e}{2a}\right)$$

und

$$e = \frac{a (P_1 - P_3)}{P}$$

Soll endlich noch $P_1 = P_2 = P_3$ sein, so ist dies nur zu erreichen für

$$e = \text{Null},$$

d. h., der Schwerpunkt des auf den Federn der Locomotive ruhenden Baues muss in der Verticalen durch die Mittelachse liegen. Die rationelle Mechanik nennt diesen Zustand das indifferente Gleichgewicht.

Aus Allem erhellt zugleich, dass es nicht vortheilhaft ist, sämmtliche Federn einer Locomotive durch Balanciers unter einander zu einem zusammenhängenden Systeme zu vereinigen.

Zweck und Umfang unseres Buches gestatten nicht auf diese hier angedeuteten Untersuchungen specieller einzugehen. Nach unserem Wissen wurde dieser Gegenstand neuerdings am ausführlichsten behandelt von Damas (Sous-Chef de traction aux chemins de fer du midi) in den Annales des Mines, Tome 8 (1865), p. 501. Der Artikel trägt die Ueberschrift: Sur la repartition de la charge des véhicules des chemins de fer sur leurs essieux.

1) Specielle Fälle behandelt Clark in seinem Werke Railway-Machinery, p. 217, Pl. 22 u. 23 (Allan's Locomotive „Crewe") und p. 221 (Maschinen der Lyoner Eisenbahn). Bei Platzmangel der erwähnten Art bringt man sehr oft auch sogenannte Schneckenfedern (Bd. 3, S. 178) in Anwendung, was namentlich von denjenigen Constructeuren geschieht, welche Federbalanciers bei Locomotiven für überflüssig halten. Abbildungen (neuerer) Locomotiven mit Schneckenfedern für die Hinterachse finden sich u. A. in Colburn's Locomotive-Engineering, Part 2, Pl. 2 und Part 10, Pl. 34.

nung erhellt aus Fig. XII (a), Tafel D. Auf den Achsbüchsen αα ruhen die Enden eines aus zwei parallelen Doppelblechen gebildeten Balanciers β, in dessen Mitte ein Rahmen (Federbügelrahmen) γ befestigt ist, während die Enden der Feder δ mittelst Hängeeisen εε am Gestellrahmen ηη der Maschine befestigt sind.

Zuweilen trifft man auch dieselbe Anordnung für die Vorderachse, wenn dies die allgemeine Disposition der Maschine wünschenswerth macht[1]).

Aufmerksam machen möchten wir noch auf den Umstand, dass bei der Disposition von Fig. III., Tafel C. das ganze Gewicht des Locomotivenoberbaues überhaupt mit fünf Punkten auf Federn ruht.

Bei den Maschinen Fig. IV., Tafel C. ist der Federbügel wieder am Gestellrahmen befestigt, während der Balancier über dem Gestelle liegt und mit der Feder durch Zugstangen verbunden ist, die Balancierenden aber vermittelst Stützen gegen die Achsbüchsen u. s. w. wirken[2]). Eine constructive Abänderung dieser Disposition lässt Fig. XII (d) erkennen. Die Enden der Feder α sind hier mittelst Hängeeisen ββ am Gestellrahmen γ befestigt, während der Federbügel δ mit der Mitte der Balanciers εε verbunden ist u. s. w.[3]).

Fig. V. zeigt eine Balancieranordnung, welche ermöglicht, dass man auch ungleichmässig belastete Achsen durch ungleicharmige Hebel erhalten kann[4]). Hierbei ist ausserdem die Querfeder unter der Hinterachse placirt, wozu die Detailanordnung aus Fig. XII (b) erhellt. Die Enden der Querfeder α sind hier mit den Achsbüchsen ββ durch Gehänge γγ verbunden, während man den Federbügel δ um einen Bolzen drehbar gemacht hat, der zwischen zwei parallelen Querstangen ε lagert, welche letztere endlich am Gestellrahmen befestigt sind. Dass man durch geeignete Mittel, namentlich Schraubenstellungen, die Spannungen der Feder α veränderlich machen kann, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Die Figuren VI., VII. und VIII. sind Beispiele, wo die ganze Maschine mit nur drei Federn aufgehangen ist[5]).

1) Abbildungen einer betreffenden englischen Schnellzuglocomotive (der Great-Eastern-Bahn) liefert Colburn a. a. O. Part 3, Pl. 9 und Part 4, Pl. 10.

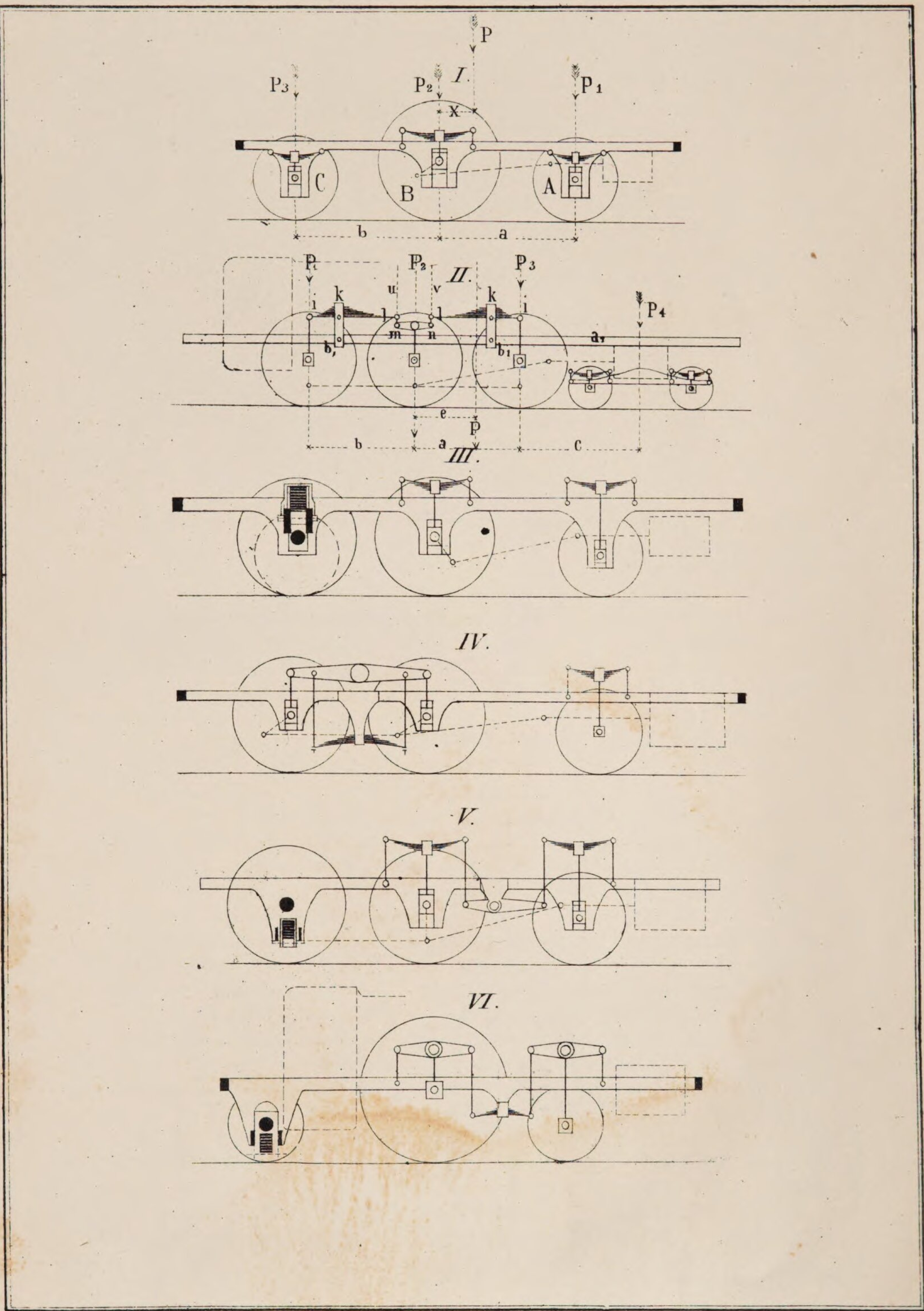
2) Eine ältere Anordnung, deren bereits in ähnlicher Ausführung im dritten Bande (1848) des Heusinger'schen Organs gedacht wird und wovon sich daselbst Abbildungen auf Tafel XIII. vorfinden.

3) Eine instructive Zusammenstellung gleicher und ähnlicher Anordnungen sogenannter Federbalanciers preussischer (namentlich Borsig'scher) Locomotiven findet sich in den Zeichnungen für die „Hütte", Jahrgang 1855 (zweite Auflage), Tafel 24.

4) Beispiele hierzu (wiederum Borsig'scher Maschinen) enthält die eben citirte Tafel 24 der Hüttenzeichnungen in Fig. 2 und Fig. 14.

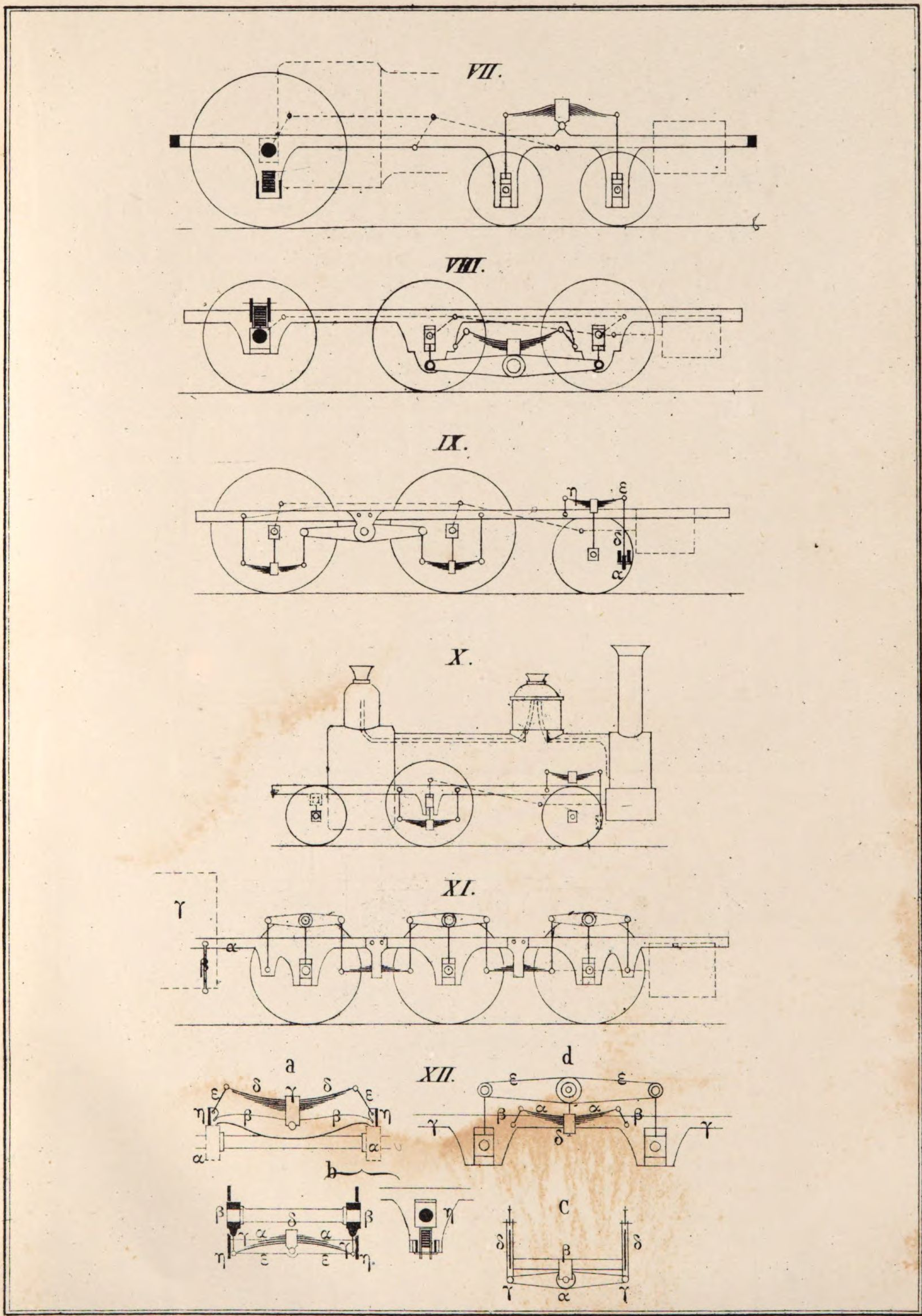
5) Beschreibungen und Abbildungen einer betreffenden hannoverschen (Tender-Maschine) Locomotive mit 6 gekuppelten Rädern (für die Südbahn von Welkner construirt) finden sich in Bd. 3 der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins (1857), S. 180, Blatt 79 und in Prechtl's technologischer Encyklopädie, Supplementband 2, S. 497, Tafel 58. Von den drei gekuppelten Achsen sind zwei benachbarte Achsen mit Balancierfedern ausgestattet, während man der dritten Achse (Hinterachse) eine Querfeder gegeben hat, so dass die ganze Maschine nur mit drei Punkten auf den Federn ruht.

Tafel C



Zu Rühlmann Maschinenlehre III. Bd.

Tafel D.



Die Anordnung Fig. VII. wurde seiner Zeit (1852), nach Stephenson's Vorgange, von Wöhlert in Berlin[1]) bei Crampton'schen Maschinen in Anwendung gebracht, wodurch der S. 297 gerügte Uebelstand der zu grossen Belastung der Vorderachse dieser Maschinengattung beseitigt wird.

Die Anordnung Fig. IX., Tafel D. wurde von G. Egestorff in Hannover in jüngster Zeit mehrfach für deutsche Bahnen mit Erfolg ausgeführt (u. A. für die westphälische Bahn bei Schnellzuglocomotiven, worauf wir später ausführlich zurückkommen werden)[2]).

Eigenthümlich ist hier das Anbringen eines Querbalanciers (statt der Querfeder) zwischen der Vorderachse und den Dampfcylindern, dessen Mittelpunkt α, wie aus der Detailfigur XII (c) erhellt, am Gestellrahmen oder am Kessel bei β befestigt ist.

Die Enden $\gamma\gamma$ des Balanciers sind mit gabelförmigen Gehängen $\delta\delta$ ausgestattet, die man oberhalb immer an je einem Ende ε der correspondirenden Feder η (Fig. IX.) der Vorderachse befestigt hat. In der Detailskizze (c) Fig. XII. ist zugleich angedeutet, dass die Gestellrahmen frei durch die Gehänge $\delta\delta$ hindurch gehen, oder letztere die betreffenden Rahmenstellen umfassen, ohne dass eine Berührung zwischen beiden stattfindet[3]).

Bei der Anordnung Fig. X. (Personenzuglocomotiven von Henschel in Kassel) hat man einen Querbalancier der eben besprochenen Art für die Vorderräder und eine Querfeder [ähnlich Fig. XII (a)] für die Hinterräder angebracht.

Endlich zeigt Fig. XI. eine wahrscheinlich zuerst von der Cockerill'schen Maschinenfabrik Seraing[4]) ausgeführte Verbindungsart sämmtlicher Federn einer Locomotive, die jedoch nicht sehr vortheilhaft ist, indem das Gleichgewicht nur für eine einzige bestimmte Position des Schwerpunktes existirt[5]). Letztere Bedingung lässt sich aber namentlich bei Tendermaschinen gar nicht erfüllen, weil hier das Wasser anfänglich hoch und später niedrig steht, die Kohlenkasten erst ganz, nachher nur theilweis gefüllt sind, u. dgl. m. Weiter unten (bei der speciellen Beschreibung einer Behne-Kool'schen Berglocomotive) kommen wir auf diese Balancierfedern- u. s. w. Anordnung zurück[6]).

1) Hütte, Jahrgang 1855, Tafel 24, Fig. 5 u. 15.

2) Ueber dem Gestellrahmen der Maschine liegende Balanciers und Federn scheint Cockerill's Etablissement (in Seraing) zuerst ausgeführt zu haben. Man sehe deshalb Beschreibung und Abbildung in Heusinger's Organ, Bd. 3, Jahrgang 1848, S. 120, Tafel XIII., Fig. 3.

3) Eine neuere Schnellzuglocomotive von Sharp, Stewart & Comp. in Manchester, wobei die Längenbalanciers ähnlich wie in Fig. IX. angeordnet, der Querbalancier jedoch weggelassen ist, liefert in schöner Abbildung Colburn in seinem Locomotive-Engineering, Part 6, Pl. 24.

4) Portefeuille de John Cockerill, Tome 1, p. 17, Pl. 93 u. 94 (Locomotives à six roues couplées pour le chemin de fer d'Aix-la-Chapelle à Mastrich).

5) Dumas in der bereits citirten Arbeit über den fraglichen Gegenstand in den Annales des mines, Tome 8 (1865), p. 513. (De l'emploi des ressorts conjugées.)

6) Noch andere Anordnungen von Federbalanciers (von Hawthorn, Gooch, Sturrock und von amerikanischen Constructeuren) bespricht, unter Beifügung von

Ueber Nutzen und Vortheile des Anbringens von Federbalanciers bei Locomotiven sind die Meinungen der Ingenieure noch getheilt, und sind es besonders die Engländer, welche den Werth dieser ganzen Anordnung mehr oder weniger bezweifeln oder gänzlich in Abrede stellen[1]). Die Gegner heben zunächst hervor, dass bei richtiger Disposition und Construction einer Locomotive gleich ursprünglich die angemessenste, beste Gewichtsvertheilung auf die Achsen erreicht werden kann, dass ferner Federbrüche bei Balancieranordnungen viel gefährlicher werden können, als dies bei isolirten, unabhängigen Federn der Fall ist, dass der Stoss, welchen eine Feder empfängt, seinen Nachtheil auch auf die damit verkuppelte Nachbarfeder überträgt, gehörig lange Federn alle Balancieranordnungen überflüssig machten u. dgl. m. Diesen Argumenten gegenüber lässt sich anführen, dass man nur selten Eisenbahnen finden wird, die selbst ursprünglich frei von Unebenheiten, Senkungen, Veränderungen der Schienenstösse u. s. w. sind, oder es nach einiger Zeit werden, dass sich ferner die besten Federn nach und nach setzen, mehr oder weniger an ihrer Elasticität verlieren und dass schon allein die Platzfrage Veranlassung zur Anordnung von Federbalanciers werden kann, gar nicht zu gedenken, dass unter sonst gleichen Umständen die sogenannte Federbasis unbedingt (vortheilhaft) verlängert wird.

Dem Verfasser ist schliesslich thatsächlich bekannt, dass bei einer grösseren deutschen Eisenbahn mit bedeutemdem Betriebe seit der Zeit, wo man fast alle Locomotiven mit Federbalanciers ausgestattet hat, die Reparaturen geringer und Federbrüche seltener sind und ein durch die Federwerke veranlasstes Entgleisen der Maschinen gar nicht wieder vorgekommen ist.

§. 26.

Die störenden Bewegungen der Locomotiven und die Mittel zu deren Beseitigung[2]).

(Gegengewichte an den Triebrädern der Locomotiven.)

Betrachtet ein etwas fern stehender Beobachter, an geeigneter Stelle, die fast immer grossartige Erscheinung einer auf der

Holzschnitten, Clark in seinem Werke Railway-Machinery unter der Rubrik „Arrangements of the Springs“, p. 186 u. s. w.

1) Man sehe besonders die bereits citirte Arbeit des englischen Ingenieurs Robinson, On the Distribution of Weight on the Axles of Locomotives, in den Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers vom 5. Mai 1864, p. 112.

2) Die vorzüglichsten Aufsätze und Werke, worin dieser für die rationelle Mechanik interessante, wie für die Praxis wichtige Gegenstand abgehandelt ist, sind bis jetzt folgende: Nollau, Ueber das Anbringen von Gegengewichten an den Triebrädern der Locomotiven, Eisenbahnzeitung, Jahrgang 1848, S. 323. Die erste wissenschaftliche, richtig aufgefasste und praktisch brauchbare Arbeit, den genannten Gegenstand betreffend. — Lechatelier, Etudes sur la stabilité des machines locomotives en mouvement, Paris 1849. Eine noch vollständigere, ausführlichere Abhandlung, als die vorgenannte, worin zugleich auf beide gleichzeitig vor-

Eisenbahn in raschem Fortlauf begriffenen Locomotive mit dem an ihr hängenden Wagenzuge, so erscheint diese Bewegung gewöhnlich als eine ruhige und gleichförmige der besten Art, wenn

handenen Dampfmaschinen der gewöhnlichen Locomotive Rücksicht genommen und der Ort anzubringender Gegengewichte genau bestimmt wird. — Couche, Des contre-poids appliquées aux roues motrices des machines locomotives, Annales des mines, Tome 3 (1853), p. 427. Deutsch bearbeitet durch Tellkampf, befindet sich der Aufsatz des Ingenieurs Couche in dem Notizblatte des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 3, Jahrgang 1853 bis 1854, S. 47. Couche zeigte hier zuerst, wie wichtig es sei, nicht nur die Störungen in horizontaler Richtung der Bewegung, sondern auch in verticaler Richtung bei der Berechnung der Gegengewichte zu beachten, und bezeichnete die Verticalstörungen als das grösste Uebel bei der Bewegung der Locomotiven. — Yvon Villarceau, Théorie de la stabilité des machines locomotives en mouvement (Extrait des Mémoires et Comptes-rendus des travaux de la Soc. des Ingénieurs-Civils, Janvier à Juni 1851), Paris 1852. Eine werthvolle theoretische Arbeit. — Résal, Note sur la stabilité des machines locomotives, Annales des mines, Tome 3 (1853), p. 411. Eine theoretische Arbeit, die auch praktischen Werth hat. — Redtenbacher, Die Gesetze des Locomotivbaues, Mannheim 1855. Der Abschnitt dieses ausgezeichneten Werkes, welcher „die störenden Bewegungen der Locomotive“ behandelt, ist zur Zeit immer noch das Ausgezeichnetste seiner Art, obwohl nicht frei von menschlichen Unvollkommenheiten. Redtenbacher zeigt unter Anderm auch zuerst recht klar, dass die störenden Bewegungen nicht bloss durch die hin- und hergehenden Massen entstehen, sondern auch noch durch andere Wirkungen, dass diese Störungen also auch durch sogenannte Balanciermassen nur theilweise aufgehoben werden können. — Scheffler (Baurath in Braunschweig), Bestimmung der Gegengewichte in den Triebrädern der Locomotiven. Heusinger's Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens u. s. w., Bd. 2 (1856), S. 77. Eine eigenthümliche elementare Behandlung des Gegenstandes. — Résal, Mémoire sur le mouvement vibratoire des bielles, Annales des mines, Tome 9, 1856, p. 233. Hier wird der Einfluss der Gegengewichte bei Locomotiven auf die Festigkeiten der Lenkstange, sowie auf den Druck behandelt, welchen die Führungslineale des Kreuzkopfes und die Krummzapfenwarzen erleiden. — Schmidt, Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1859, S. 116. Hauptsächlich eine übersichtliche Herleitung der Redtenbacher'schen Formeln zur Berechnung der Gegengewichte an den Triebrädern. — Zech, Besprechung des Redtenbacher'schen Werkes über die Gesetze des Locomotivbaues. Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1857, S. 97. Eine scharfe Kritik der Redtenbacher'schen Arbeit, worin manche Mängel derselben thatsächlich nachgewiesen werden. — Zeuner, Ueber das Wanken der Locomotiven. Separatabdruck aus dem Programm des Züricher Polytechnicums für das Jahr 1861/62. Eine beachtenswerthe, jedoch rein theoretische Arbeit, welche die Zech'schen Entgegnungen beleuchtet und deren Richtigkeit bestätigt. — Weisbach, Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 674 (Theorie der Dampfwagenbewegung) und S. 693 (Gegengewichte), eine übersichtliche elementare Abhandlung. — Clark, Railway-Machinery, p. 165 bis 180, behandelt in fünf Capiteln unter den Ueberschriften „Iternal Disturbing Forces“ und

Bahn, Locomotive und Wagen von guter Construction und Beschaffenheit sind. Ganz anders gestaltet es sich jedoch, wenn derselbe Beobachter die Locomotive besteigt und seinen Platz in der Nähe des Führers derselben nimmt. Man gewahrt dann sofort, dass der Fortlauf weder immer ganz genau in der Richtung des Gleises geschieht, noch die Bewegung frei von Schwankungen und Erschütterungen ist, überhaupt dass noch ganz besondere Bewegungen vorhanden sind, die sich bei etwas näherer Untersuchung als mehr oder weniger störend und wohl auch schädlich herausstellen.

Noch bemerklicher werden diese eigenthümlichen Bewegungen (Schwingungen), wenn eine kräftige Locomotive nur wenige Wagen zu ziehen hat, oder wenn bei schneller Fahrt der Dampf ganz abgestellt wird, indem sich dann ein mehr oder weniger starkes Stossen in der Verbindung mit dem Tender zeigt, was zur nächsten Folge hat, dass das Zugeisen (die Kupplung) und die zunächstliegenden Theile häufigen Reparaturen unterworfen sind. Letzteren Uebelständen sucht man gewöhnlich durch Federn zwischen Tender und Maschine abzuhelfen, wodurch allerdings die schädlichen Folgen des Uebelstandes vermindert, die Ursache jedoch keineswegs aufgehoben wird [1]).

„Experiments on the Balancing of Locomotives" den fraglichen Gegenstand in übersichtlicher, praktischer, vortrefflicher Weise, mit Entwicklung höchst einfacher Formeln zur Berechnung der Gegengewichte. — Desmousseaux, De l'économie des bandages et de la stabilité des locomotives, Mémoires et comptes-rendus des travaux de la Soc. des Ingenieurs-Civils, 1864, p. 367. Deutsch bearbeitet von Bornemann im Civilingenieur, Jahrgang 1866, S. 246. Auszugsweise in Heusinger's Organ u. s. w. Der Verfasser zeigt vornehmlich, dass es bei Bestimmung der Gegengewichte der Locomotiven nicht allein genügt, auf die Stabilität Rücksicht zu nehmen, sondern dass man auch die Schonung der Radreifen ins Auge zu fassen habe. — Arnoux, Sur les perturbations productes dans le mouvement des machines (locomotives), Annales des mines, Tome 8 (1865), p. 189. Eine interessante theoretische Abhandlung, welche die citirte Arbeit von Couche vervollständigen soll. — Frank, Ueber Abnutzung der Locomotiv-Triebräder u. s. w., Heusinger's Organ, Jahrgang 1867, S. 187.

1) Am allerbemerkbarsten zeigen sich mehrere dieser Schwingungen, wenn man die Locomotive an den vier Ecken ihres Rahmens an gehörig langen Ketten aufhängt, von den Bahnschienen abhebt, sie der Schwerkraft ganz entzieht, den Kessel heizt und die beiden Dampfmaschinen in Gang setzt, oder die Triebräder durch eine ausserhalb der Locomotive zu Gebote stehende Kraft zu rascher Umdrehung veranlasst. Derartige Experimente haben zuerst (im Grossen) Nollau (a. a. O., S. 324) und Lechatelier (a. a. O., p. 94), sowie nachher Redtenbacher (der Maschinenbau, Bd. 3, S. 71) mit geeigneten Modellen angestellt.

Aus derartigen Beobachtungen und betreffenden Versuchen ergiebt sich, dass diese eigenthümlichen (störenden) Bewegungen einer Locomotive überhaupt von zweierlei Art sind, nämlich Schwingungen, woran die Maschine als ein Ganzes (Oberbau und Laufwerk) Theil nimmt, und Schwingungen, die ausschliesslich von dem auf den Federn ruhenden Oberbaue ausgeführt werden.

Die Schwingungen der Locomotive als ein Ganzes haben ihre Quelle in der Bewegung der Massen, welche Kolben, Kolbenstange, Kurbel, Lenk- und Kuppelstangen bilden, und geben sich zu erkennen: erstens im hin- und hergehenden Oscilliren des Schwerpunktes (des ganzen Baues) nach der Längenrichtung der Maschine, und zweitens durch gleichzeitige Schwingungen um eine durch denselben Schwerpunkt gehende Verticalachse.

Erstere Bewegung nennt man das Zucken oder Rücken (le tangage) der Locomotive, letztere das Schlängeln oder Schlinkern (le lacet) derselben.

Die Schwingungen des auf den Federn ruhenden Baues (ohne das Laufwerk) werden durch verschiedene Kräfte veranlasst, wohin gehören: die Pressungen der Kreuzkopfgleitklötze gegen die Führungslineale, die Elasticität der Federn, die Dampfdrücke gegen die Deckelflächen der Cylinder, Stösse, welche von den Bahnunebenheiten herrühren u. s. w. Zu erkennen geben sich diese, der Zahl nach drei, verschiedenen Schwingungen, erstens durch das Bestreben zu einer Drehung um eine horizontale Längenachse durch den Schwerpunkt des Oberbaues, das Wanken oder Schwanken (le roulis) der Locomotive genannt, zweitens als eine ebenfalls drehende Schwingung um die horizontale Querachse (durch denselben Schwerpunkt gedacht), das Nicken oder Galoppiren (le galop), und endlich drittens durch eine fortschreitende, geradlinig vertical auf- und niedersteigende Oscillation des bemerkten Schwerpunktes selbst, das Wogen genannt. Die aus dem Wanken, Nicken und Wogen sich zusammensetzende Bewegung pflegt man wohl auch durch den Collectivnamen des Gaukelns zu bezeichnen.

Was die Mittel anlangt, diesen sämmtlichen störenden Bewegungen zu begegnen, so lässt sich darüber in der Hauptsache Folgendes sagen:

Völlig aufgehoben würden alle diese Bewegungen werden durch Verwendung direct rotirender Dampfmaschinen; allein zur Zeit ist es noch immer so, wie Bd. I., S. 418 und 419 von derartigen Maschinen berichtet wurde, dass es nämlich keine giebt, deren Construction den Anforderungen zu genügen im Stande ist.

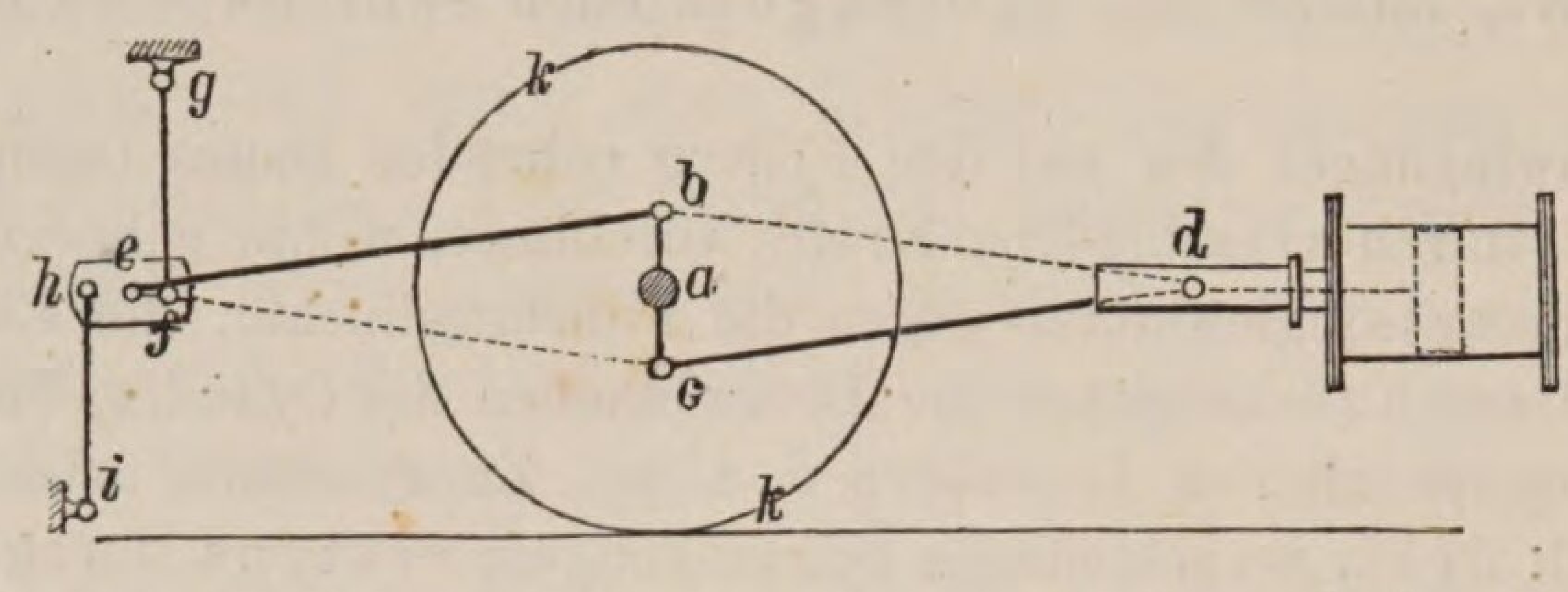
Die störenden Bewegungen des Wogens, Wankens und Nickens, welche von den überhaupt auftretenden Kräften veranlasst und von dem in den Federn hängenden Bau ausgeführt werden, lassen sich daher nie ganz beseitigen, wohl aber durch Beobachtung gewisser Constructionsregeln sehr schwächen, wohin beispielsweise gehört, dass man möglichst grosse Radstände herbeizuführen und den Schwerpunkt den Wagenachsen nahe zu bringen sucht, lange Kurbelstangen einführt, Inside-Cylinder statt Outside-Cylinder verwendet, u. dgl. m.[1]).

Die störenden Einflüsse, welche die lebendigen Kräfte der bewegten

1) Redtenbacher, Die Gesetze des Locomotivbaues, S. 156.

Massen hervorrufen, die wir unter dem Namen des Zuckens und Schlängelns kennen lernten, liessen sich unter Anderm durch die Anordnung von zwei Kolben in demselben Cylinder (mit allem Zubehör von doppelten Lenkstangen u. s. w.) beseitigen, deren Bewegungen abwechselnd einander zugekehrt und entgegengesetzt gerichtet sind (Bd. I., S. 435, Note 22), wären die hier erforderlichen Anordnungen nicht zu complicirt [1]. Dasselbe gilt von dem Anbringen entsprechend hin- und hergehender Gegenmassen, wie sie Heaton in Birmingham bereits 1847 in Vorschlag brachte [2], und wovon Fig. 251 die betreffende Disposition erkennen lässt. Zuerst bemerkt man das Vorhandensein einer Doppelkurbel *ac* und *ab* am Locomotivtriebrade *k*, ferner eine zweite Lenkstange

Fig. 251.



(*be* ausser der gewöhnlichen *cd*) und endlich eine Masse *hef*, welche gleich der von Kolben, Kolbenstange und Kreuzkopf ist und die entweder in entsprechenden Führungen hin- und hergeschoben wird oder an pendelartigen Stäben *fg* und *hi* aufgehangen ist.

Das Vortheilhafteste bleibt immer noch das Anbringen richtig berechneter und richtig gestellter Gegengewichte an den Triebrädern, wodurch zwar das Rucken und Schlängeln nicht gänzlich aufgehoben, jedoch die Schädlichkeit dieser Schwingungen in einer für die Praxis befriedigenden Weise vermindert werden kann.

Die meisten der oben citirten Werke und Abhandlungen über die störenden Bewegungen der Locomotiven geben zu diesen Berechnungen vollständige Anleitungen. Ganz besonders empfehlenswerth sind hierzu die betreffenden Arbeiten von Redtenbacher, Couche, Clark und Desmousseaux.

Im Allgemeinen werden diese Balanciermassen am grössten bei aussenliegenden Cylindern und wenn vorhandene Kupplungskurbeln zugleich Maschinenkurbeln sind. Dagegen fallen sie am kleinsten aus bei Maschinen mit Innencylindern und wenn Kupplungskurbeln gegen die Maschinenkurbeln entgegengesetzte Richtungen haben. Auch der Ort, wo diese Gegengewichte an den Triebrädern befestigt werden müssen, lässt sich in jedem besonderen Falle bestimmt berechnen.

Beispielsweise liegt bei Maschinen ohne Kuppelstangen, wenn Innencylinder vorhanden sind, der Winkel $ead = \alpha$ Fig. 252, welchen die Orte der Gegengewichte an beiden Triebrädern mit der Radachse *a* bilden, innerhalb des rechten Winkels *gaf*, welcher den rückwärts verlängerten Kurbelrichtungen

1) Patent Specification Nr. 6617 vom Jahre 1834 und Nr. 9702 vom Jahre 1843, auf John George Bodmer of Manchester lautend.

2) Patent Specification Nr. 11953 vom Jahre 1847.

entspricht, dagegen überschreitet dieser Winkel α Fig. 253 den gedachten rechten Winkel bei Maschinen mit Aussencylindern.

Im letzteren Falle wird übrigens in den meisten Fällen α fast 90 Grad, so dass dann die Balanciergewichte einfach entgegengesetzt den Maschinenkur-

Fig. 252.

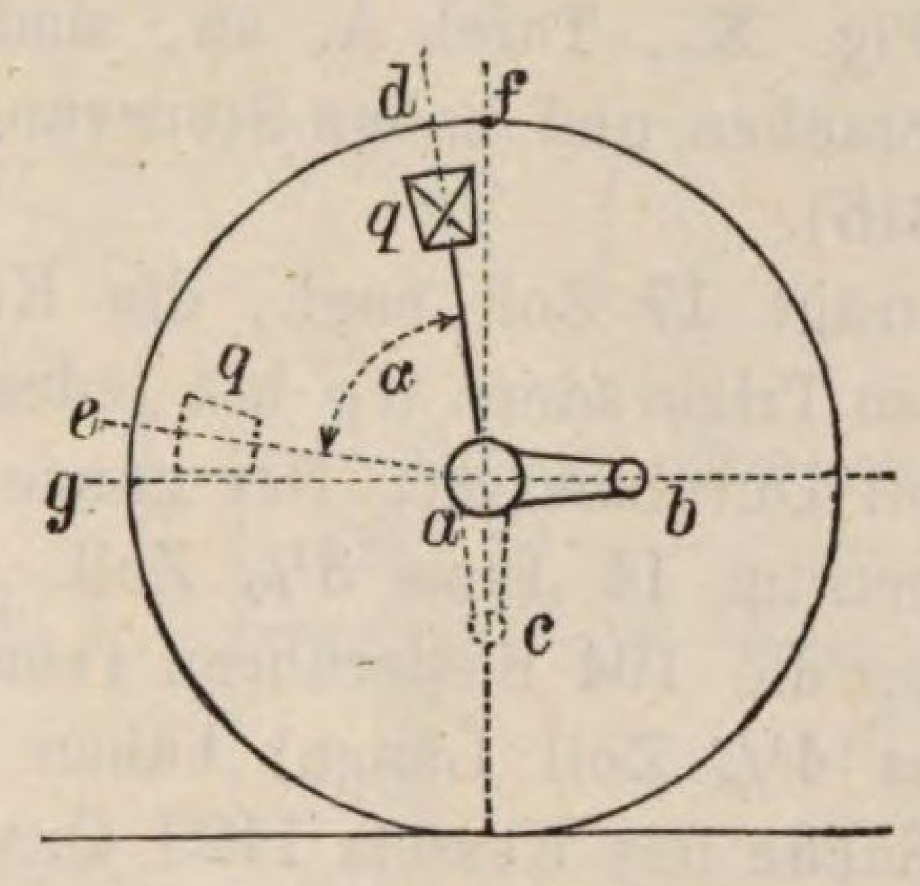
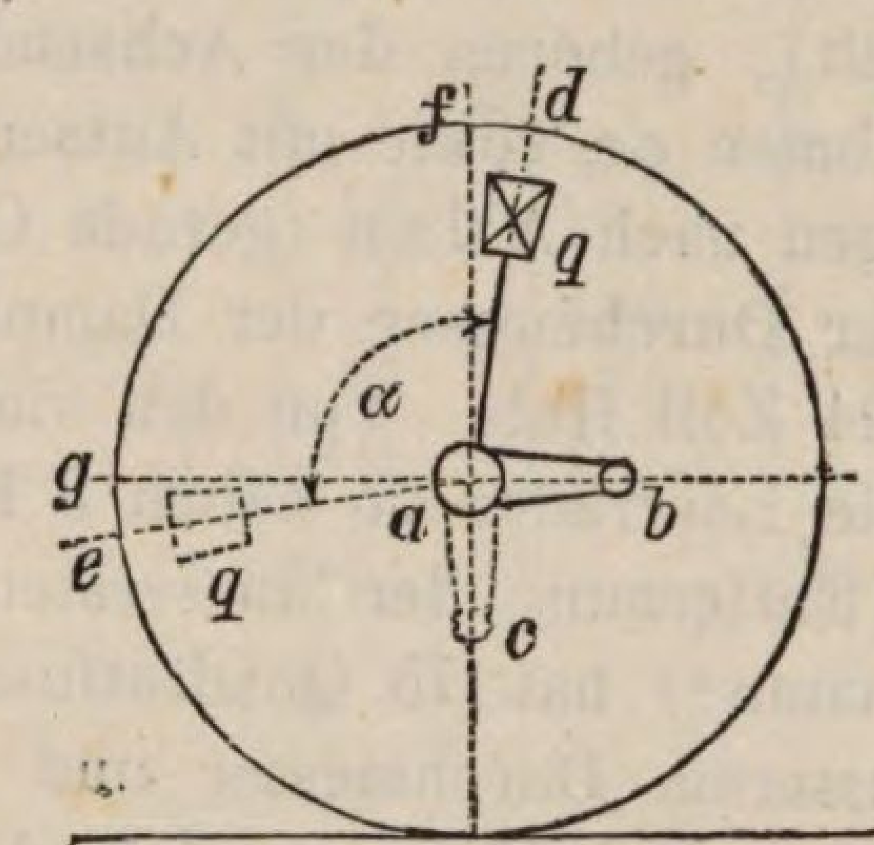


Fig. 253.



beln (natürlich stets in richtiger Entfernung von der Achse) befestigt werden dürfen.

Bei schweren Gütermaschinen, wobei alle Räder gekuppelt sind, fällt das Gewicht dieser Balanciermassen so gross aus, dass man sie gleichmässig auf alle Räder vertheilen muss.

Sehr wichtig ist es überdies, bei der Bestimmung der Balanciergewichte nicht bloss darauf Rücksicht zu nehmen, dass sie kein Ausgleisen der Locomotiven bei grossen Fahrgeschwindigkeiten veranlassen, sondern auch die Schonung der Radreifen ins Auge zu fassen, wie dies neuerdings namentlich Desmousseaux[1]) gethan hat.

§. 27.

Ausführlichere Beschreibung einiger Locomotiven der Gegenwart.

Mit Nachstehendem wird dem wiederholt (S. 345, 347 u. 351) gegebenen Versprechen Genüge geleistet, von einigen der bemerkenswerthesten Locomotiven der Neuzeit etwas ausführliche Beschreibungen zu liefern.

Bemerkt werden muss zuvor, dass Zweck und Umfang des Buches es zur Pflicht machten, diese Beschreibung auf fünf Locomotiven zu beschränken und zwar auf solche aus den Fabriken von G. Egestorff, Beyer, Peacock & Comp., A. Borsig und Esslingen (Kessler), deren Chefs die Güte hatten, mir die beigegebenen Abbildungen besonders anfertigen zu lassen. Das etwa Fehlende dürfte durch Literaturangaben in §. 24 und durch einige Ergänzungen im gegenwärtigen Paragraphen vervollständigt werden.

1) Bornemann, Civilingenieur, 1866, S. 246 und auszugsweise in Heusinger's Organ, Jahrg. 1867, S. 78.

Den Anfang mögen die bereits S. 351 erwähnten Egestorff'schen Locomotiven machen, welche man namentlich auf der Westphälischen Eisenbahn (Warburg, Paderborn, Hamm, Rheine) als Schnellzug-Locomotiven mit den besten Erfolgen verwendet.

Wie aus den (in $\frac{1}{72}$ der wahren Grösse gezeichneten) Abbildungen Fig. 254, 255 u. 256 erhellt, sind diese Maschinen sechsrädrig (zwei Paar Räder gekuppelt), gehören der Achsendisposition Fig. X., Tafel A. an, sind mit Innenrahmen *cc*, sowie mit Aussencylindern versehen und haben Steuerungsanordnungen nach Allan (gerade Coulisse, S. 315).

Der Durchmesser der Dampfcylinder beträgt 17 Zoll engl., die Kolben haben 24 Zoll Hub. Von den vier gekuppelten Triebrädern *aa* hat jedes $6\frac{1}{4}$ Fuss, die Laufräder *bb* haben 3 Fuss $11\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser. Der ganze Radstand (Entfernung der äussersten Achsen) beträgt 14 Fuss $3\frac{1}{2}$ Zoll. Der Feuerkasten[1]) hat 75 Quadratfuss Heizfläche, die 194 Siederöhren (von $1\frac{3}{4}$ Zoll äusserem Durchmesser und von 11 Fuss $4\frac{1}{8}$ Zoll Länge) haben 1054 Quadratfuss Heizfläche, so dass die Totalheizfläche des Kessels 1129 Quadratfuss (engl.) beträgt. Die Grösse der Rostfläche (4,25 Fuss lang, 3,02 Fuss breit) ist 12,83 Quadratfuss.

Der Schornstein hat $14\frac{1}{2}$ Zoll inneren Durchmesser und seine Mündungskante befindet sich $14\frac{1}{4}$ Fuss über den Köpfen der Bahnschienen. Zur Versteifung der inneren und äusseren Wände des Feuerkastens hat man $\frac{15}{16}$ Zoll starke, kupferne Stehbolzen verwandt, deren Entfernung von einander $3\frac{15}{16}$ bis $4\frac{1}{16}$ Zoll beträgt. Die Decke des Feuerkastens wird durch 10 Stück Versteifungsanker *k* getragen, welche rechtwinklig zur Längenachse des Kessels angebracht sind. Diese Anker sind mit der Decke selbst durch $\frac{7}{8}$-zöllige Schraubenbolzen verbunden, welche $4\frac{1}{2}$ Zoll von einander abstehen.

Ausserdem hat man 4 Stück der Anker *k* mit der Decke des äusseren Feuerkastens durch Hängeschienen *i* (Fig. 254 u. 256) vereinigt. Der normale Dampfdruck im Kessel beträgt 117 Pfd. Bei der Construction dieser Locomotiven hat man besondere Sorgfalt auf die solide Befestigung der Dampf-

1) Der äussere Feuerkasten ist 4 Fuss 11 Zoll lang und 3 Fuss $8\frac{1}{8}$ Zoll breit. Der innere (kupferne) Feuerkasten hat 4 Fuss $1\frac{1}{4}$ Zoll und 4 Fuss $3\frac{1}{2}$ Zoll Länge bei 3 Fuss $4\frac{1}{2}$ Zoll und $3\frac{1}{4}$ Fuss Breite. Die Höhe beträgt 5 Fuss 2 Zoll. Der cylindrische Kessel hat 4 Fuss $2\frac{1}{8}$ Zoll äusseren Durchmesser, der Dom 2 Fuss 3 Zoll inneren Durchmesser und 3 Fuss $9\frac{1}{2}$ Zoll Höhe. Die Blechstärken sind folgende:

In dem äusseren Feuerkasten..........	$\frac{9}{16}$	Zoll engl.
In den Stirnwänden................	$\frac{5}{8}$	» »
Am Cylinderkessel..................	$\frac{9}{16}$	» »
In der eisernen Rohrwand............	1	» »
In dem kupfernen Feuerkasten........	$\frac{5}{8}$	» »
In der Rohrwand des Feuerkastens.....	1	» »
Deckblech der Rauchkastens..........	$\frac{3}{8}$	»
Vorderwand.......................	$\frac{1}{2}$	» »
Dampfdom.........................	$\frac{7}{16}$	» »
Kappe des Dampfdomes..............	$\frac{1}{2}$	» »

maschinen-Cylinder verwandt. Zu letzterem Zwecke wurde der Rahmen *c* an der Stelle, wo diese Cylinder liegen, sehr breit genommen, die Cylinder zwischen

Fig. 254.

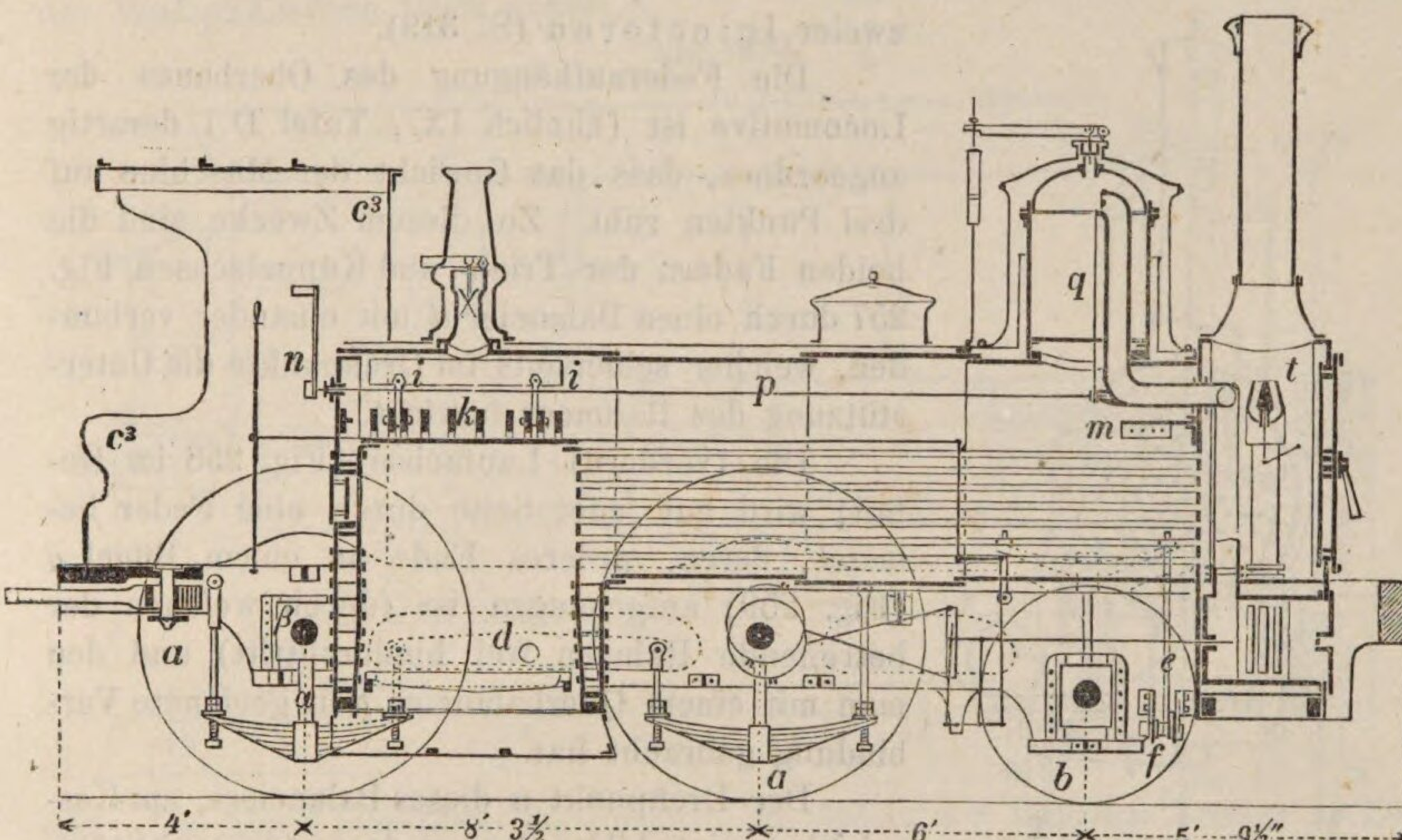
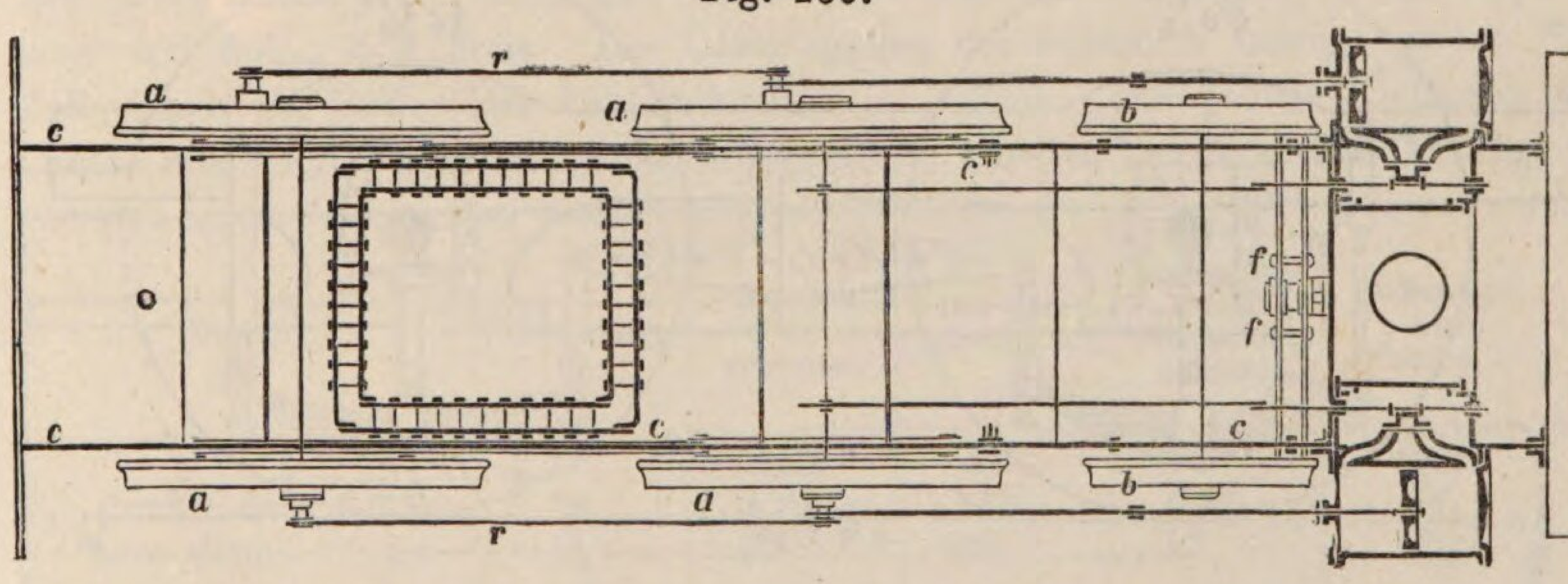


Fig. 255.

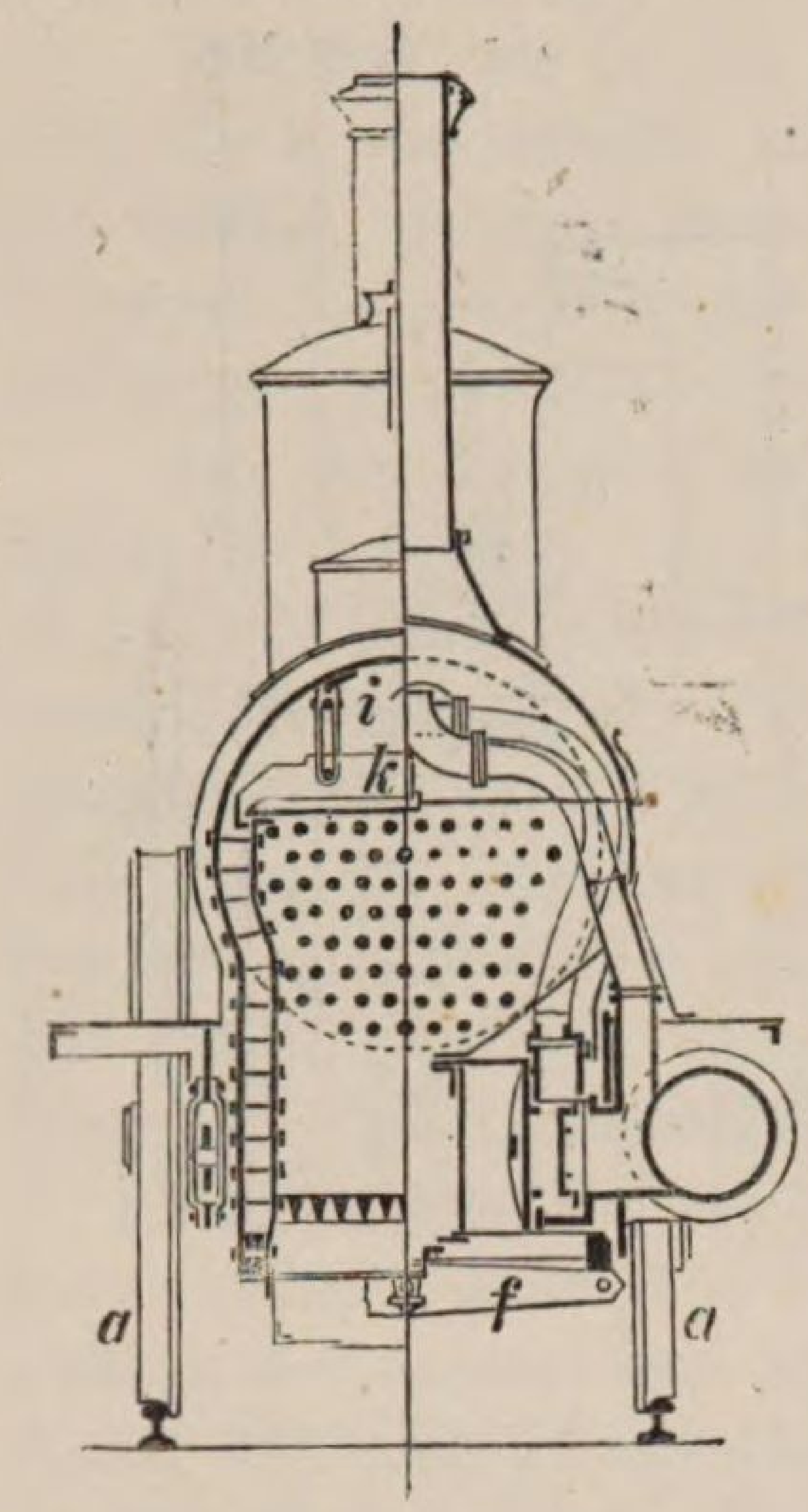


die herabreichenden Rahmenbacken gepasst und in der ganzen Höhe mit dem Rahmen verschraubt. Ebenso ist die 1 Zoll starke Rohrwand des Kessels und die Vorderwand des Rauchkastens bis zur Unterkante des Rahmens *c* herabgeführt und am unteren Ende durch eine Horizontalplatte versteift, welche letztere wieder mit den Rauchkastenwänden und den Cylindern durch Schrauben vereinigt ist.

Die Rahmen *cc* werden übrigens aus Eisenplatten von 1 Zoll Dicke gebildet, welche mit den Achsgabeln aus einem Stück bestehen. (Man sehe hierzu die Detailfiguren 257 u. 258.) Am Cylinderende sind Rahmen und Kessel fest mit einander verbunden, wogegen am Feuerkastenende eine Bewegung des Kessels stattfinden kann, wie solche wegen Ausdehnung des letzteren durch die Wärme bedingt ist.

Die Dampfkolben sind aus Schmiedeeisen hergestellt und mit gusseisernen Liderungsringen nach **Rambottom's** Systeme versehen [1]).

Fig. 256.



Die Zuführung des Kessel-Speisewassers geschieht mit Hülfe einer **Dampfpumpe** und zweier **Injectoren** (S. 319).

Die Federaufhängung des Oberbaues der Locomotive ist (ähnlich IX., Tafel D.) derartig angeordnet, dass das Gewicht der Maschine auf drei Punkten ruht. Zu diesem Zwecke sind die beiden Federn der Trieb- und Kuppelachsen Fig. 257 durch einen Balancier *d* mit einander verbunden, welcher seinerseits im Drehpunkte die Unterstützung des Rahmens bewirkt.

Die (vordere) Laufachse (Fig. 258 im Detail) wird auf jeder Seite durch eine Feder belastet, deren vorderes Ende an einem Bügel *η* (Fig. 259) aufgehangen ist (durch welchen der betreffende Rahmen frei hindurchtritt) und den man mit einem Querbalancier *f* in geeignete Verbindung gebracht hat.

Der Drehpunkt *u* dieses Balanciers, am Kessel *λ* befestigt, bildet den vorderen (dritten) Stützpunkt der Maschine [2]).

Fig. 257.

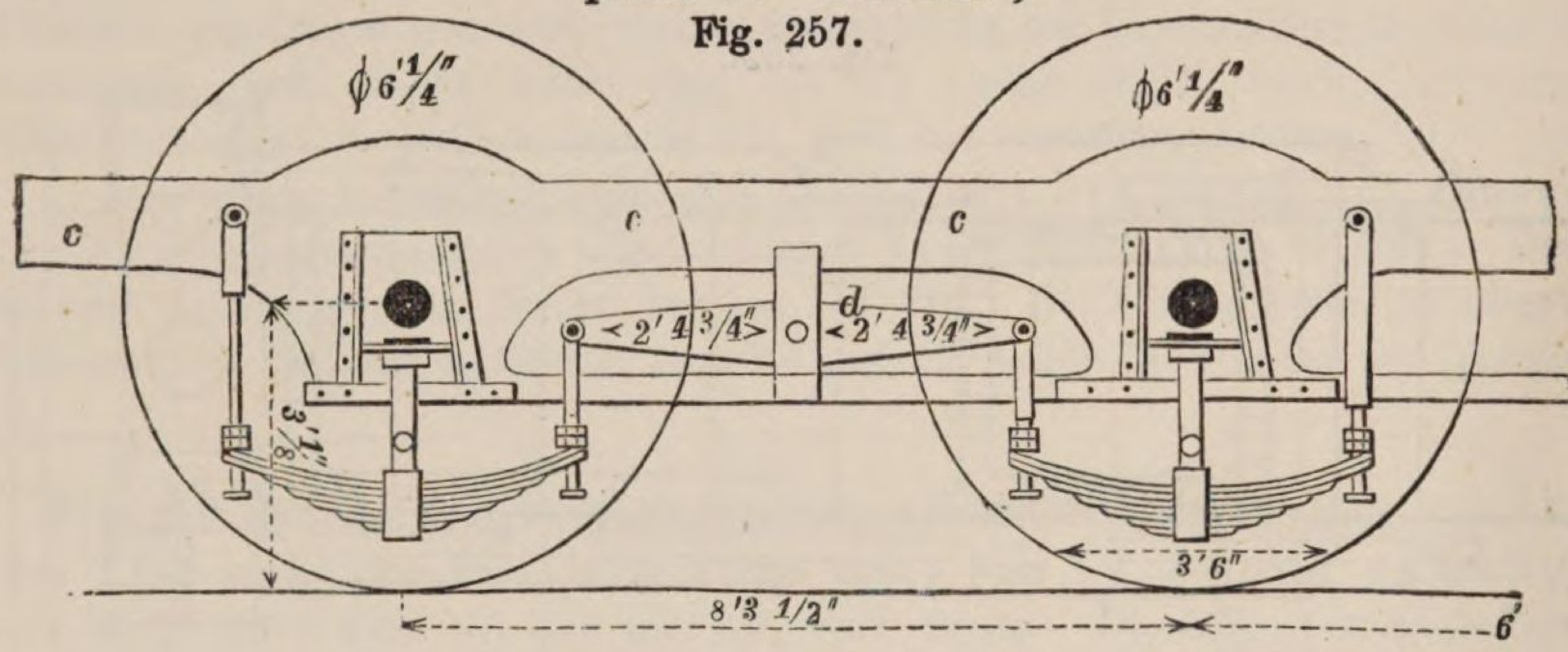


Fig. 258.

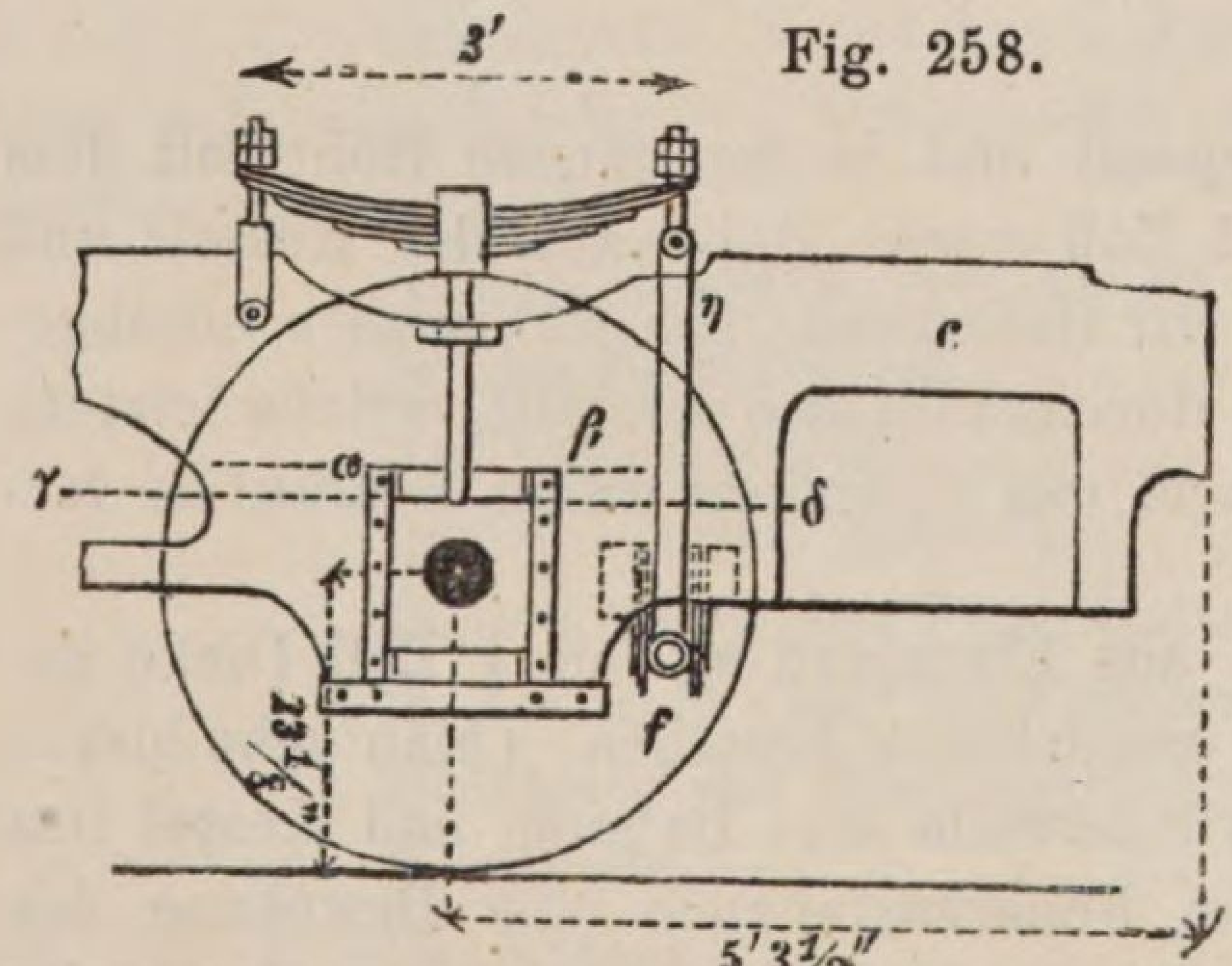
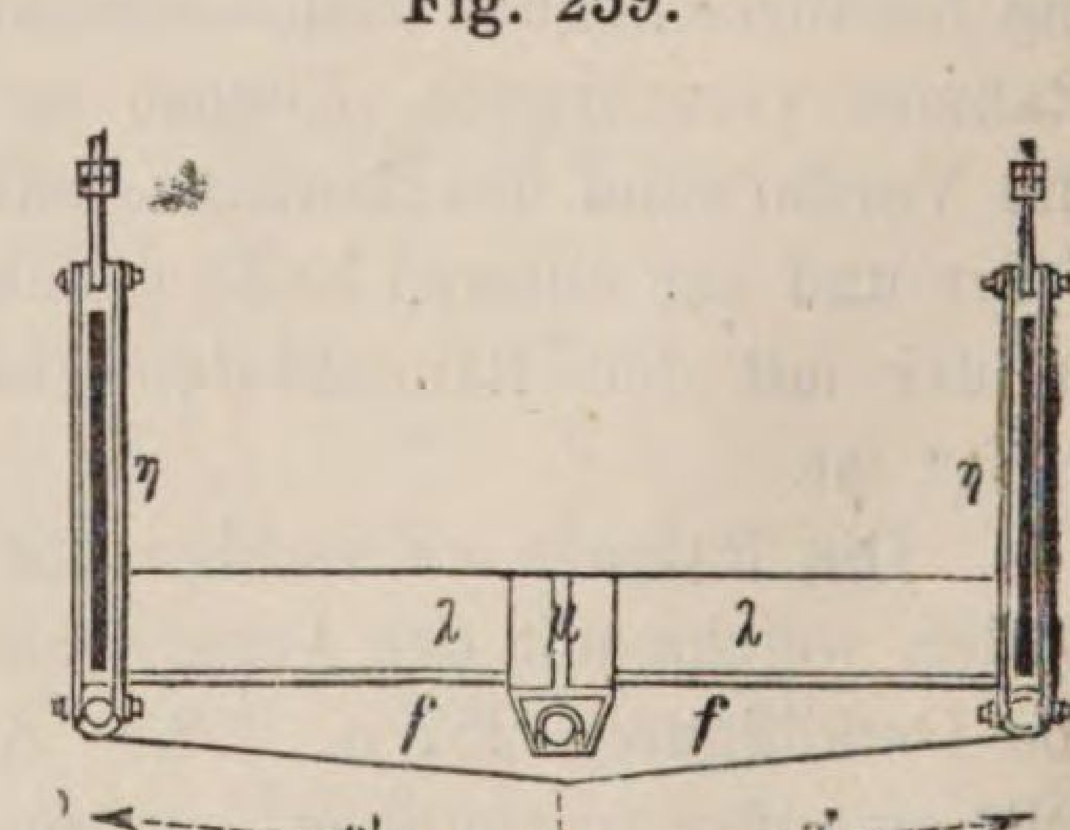


Fig. 259.



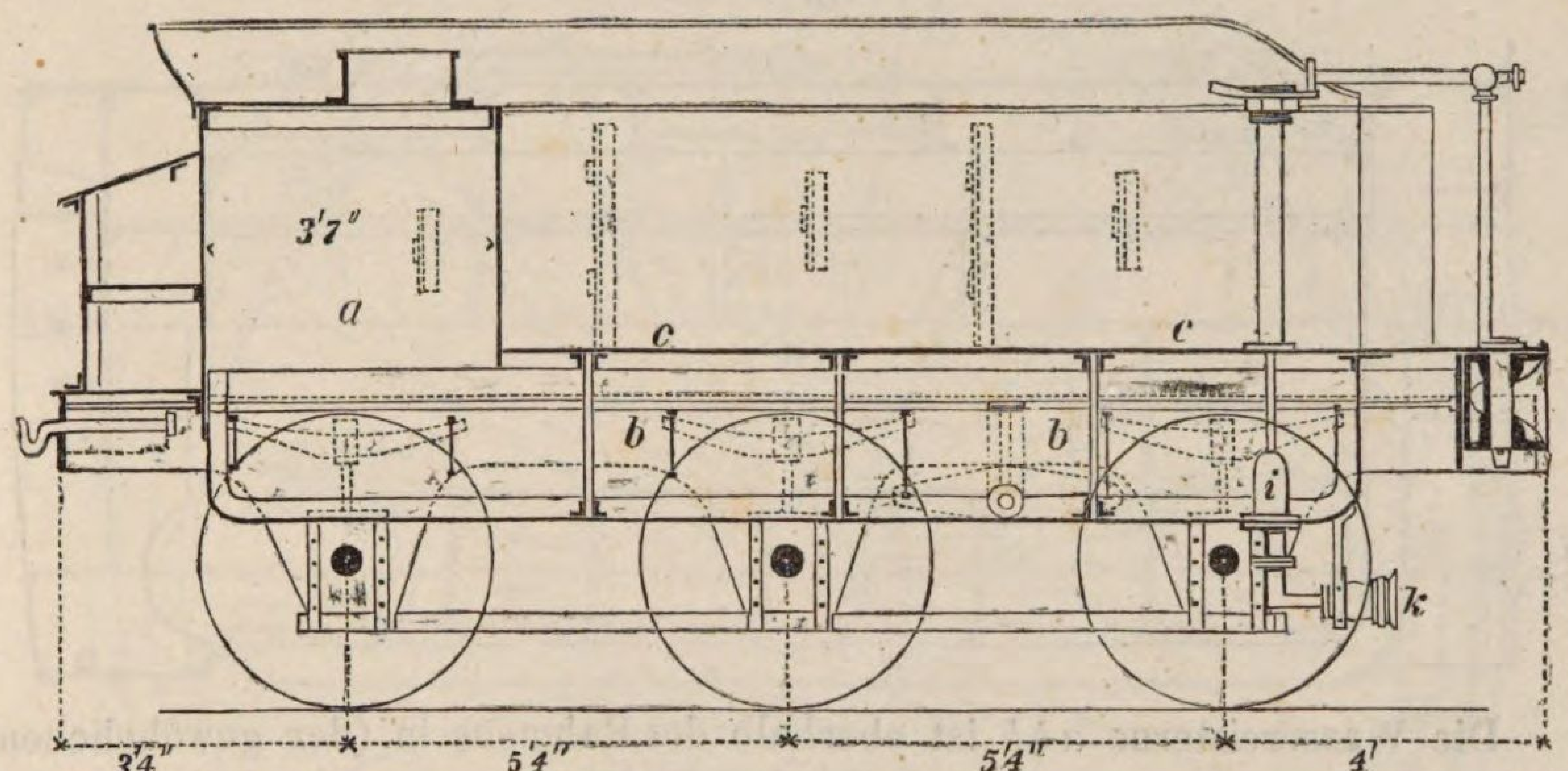
1) **Heusinger's** Organ, Bd. 9 (1854), S. 207.

2) Für manche Leser dürften noch nachstehende Angaben nicht ohne Interesse

Das Totalgewicht der Locomotive beträgt 655 Zoll-Ctnr. im leeren Zustande und 740 Zoll-Ctnr. im betriebsfähigen Zustande.

Zur Vervollständigung sind hier noch Fig. 260 bis 262 die Abbildungen eines der Tender aufgenommen, welche zu vorbeschriebener Schnellzuglocomotive der Westphälischen Bahn gehören.

Fig. 260.



sein. Die Länge der (drei) Dampfcanäle an jedem der Cylinder beträgt 14 Zoll engl., die Weite der Eintrittscanäle ist $1^3/_8$ Zoll, während der Austrittscanal $2^1/_2$ Zoll Breite hat. Die zwischen den Eintrittscanälen und dem Austritsscanale liegenden Stege haben jeder einen Zoll Dicke. Die Dampfschieber sind 1 Fuss $4^3/_4$ Zoll lang und $8^{15}/_{16}$ Zoll breit. Die Ueberlappung des Schiebers beträgt aussen $^{27}/_{32}$ Zoll, innen $^1/_{16}$ Zoll. Der Excentrikschub ist 6 Zoll. Die grösste Oeffnung der Canäle misst $1^1/_4$ Zoll. Die Steuerungsresultate erhellen aus folgender Tabelle:

Füllung.	Voreilung.	Bei der Compression.	Bei dem Austritte.	Kolbenhub beim Dampfabschluss.	Oeffnung der Canäle.	
	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	
$^3/_4$ hinter dem Kolben	$^1/_4$	$20^1/_8$	$19^7/_8$	$16^3/_4$	$1^1/_4$	Vorwärts.
$^3/_4$ vor dem „	$^1/_4$	20	20	17	$1^3/_6$	Vorwärts.
$^5/_8$ hinter dem Kolben	$^1/_4$	$19^3/_4$	19	$14^1/_2$	$1^5/_{16}$	Vorwärts.
$^5/_8$ vor dem „	schwach $^5/_{16}$	$19^1/_4$	$19^1/_4$	$14^7/_8$	$^7/_8$	Vorwärts.
$^1/_2$ hinter dem Kolben	$^1/_4$	$16^3/_4$	$17^5/_8$	$10^3/_4$	$^9/_{16}$	Vorwärts.
$^1/_2$ vor dem „	$^1/_4$	$16^7/_8$	$17^5/_8$	$10^5/_8$	$^1/_2$	Vorwärts.
$^3/_8$ hinter dem Kolben	$^1/_4$	15	16	8	$^3/_8$	Vorwärts.
$^3/_8$ vor dem „	$^1/_4$	$15^1/_8$	$15^3/_4$	$7^7/_8$	$^3/_8$	Vorwärts.
hinter dem Kolben ...	$^1/_4$	$17^3/_4$	$18^1/_2$	$11^1/_4$	$^5/_8$	Rückwärts.
vor dem „ ...	$^5/_{16}$	18	18	$11^1/_4$	$^9/_{16}$	Rückwärts.
hinter dem Kolben ...	$^1/_4$	20	$19^3/_4$	$15^3/_4$	$1^1/_8$	Rückwärts.
vor dem „ ...	$^5/_{16}$	$19^3/_4$	20	$16^3/_4$	$1^1/_{16}$	Rückwärts.

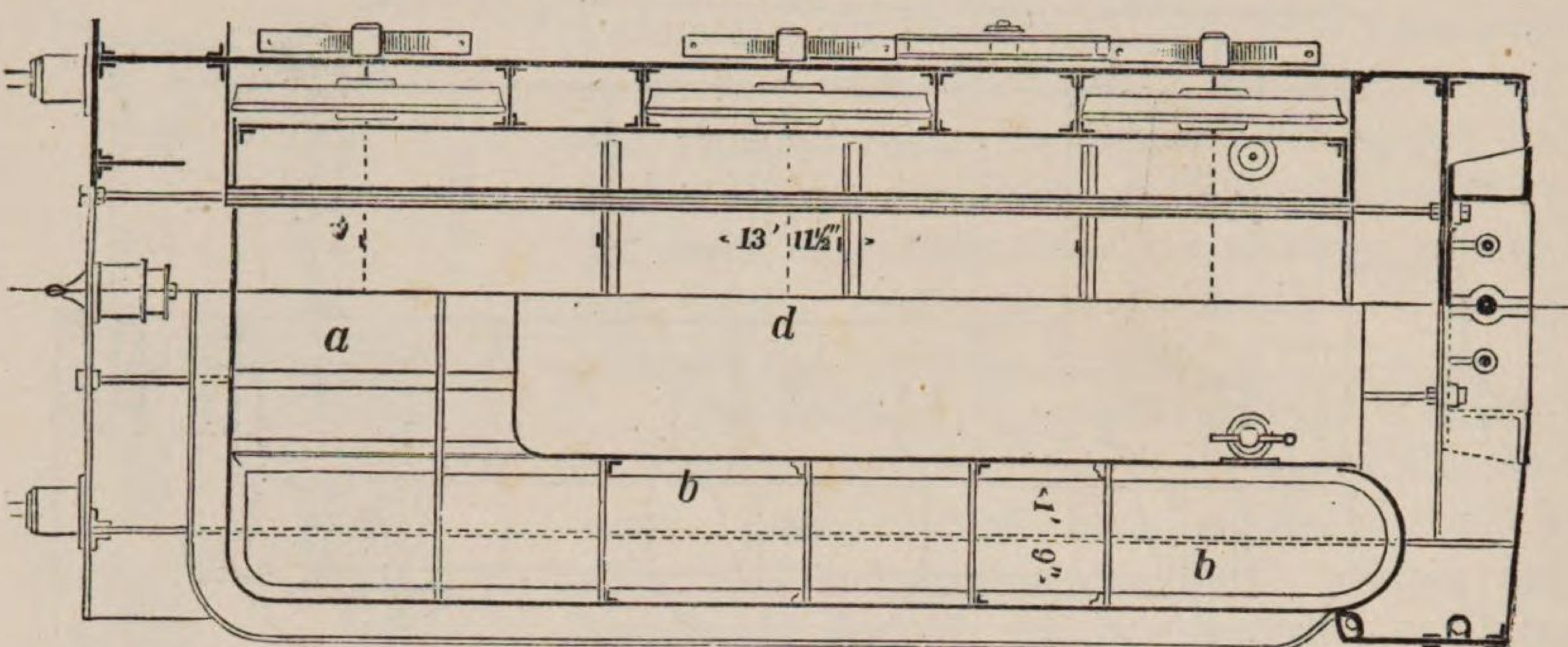
Für den Rückwärtsgang sind zwei beliebige Füllungsgrade genommen, annähernd jedoch bei $^5/_8$ Füllung und $^1/_2$ Füllung.

Die ganze Construction ist aus Schmiedeeisen hergestellt.

Das Untergestell wird von Rahmen gebildet, welche $^3/_4$ Zoll Dicke haben.

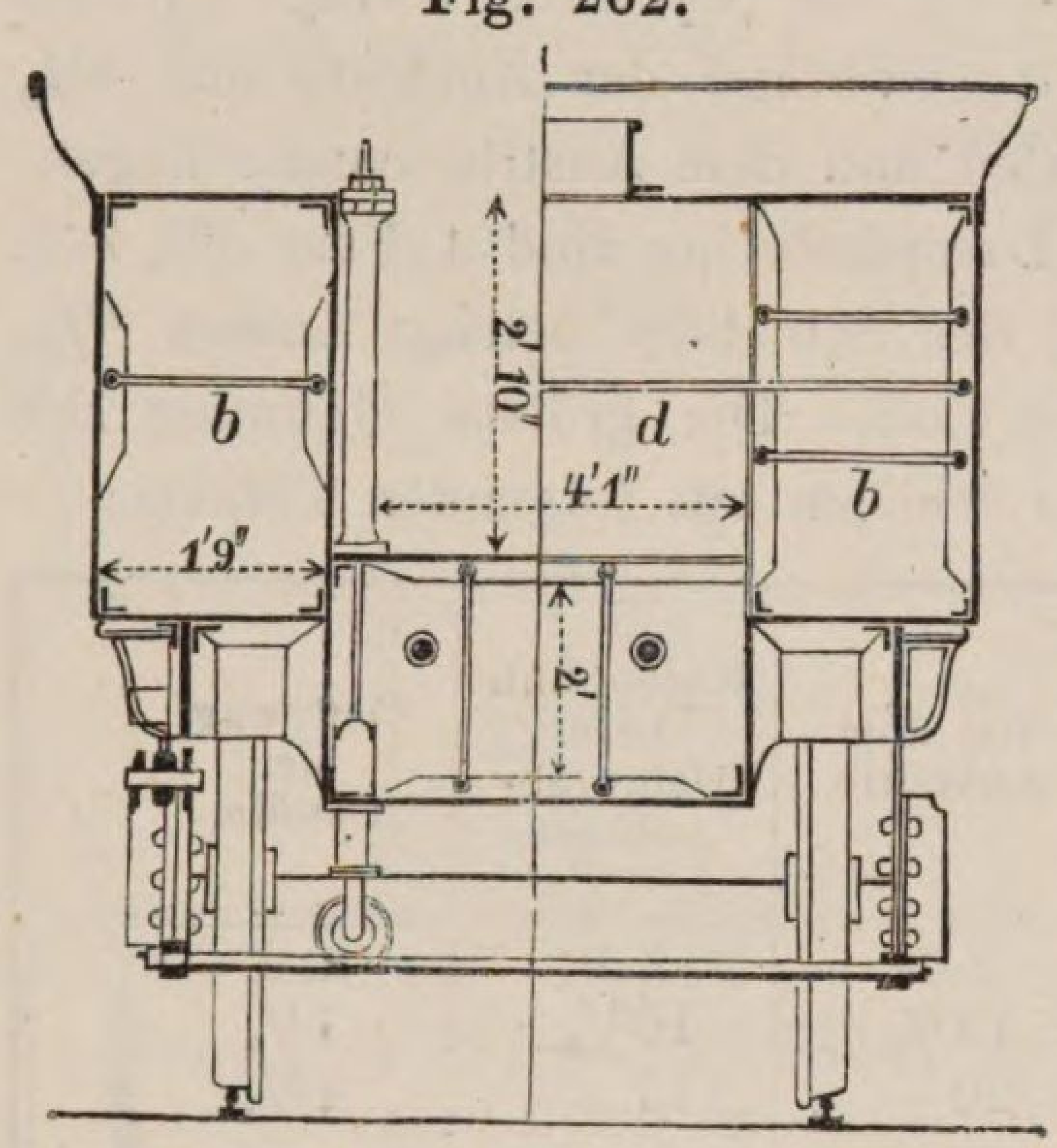
Die Federn und sonach die Achsschenkel der Laufräder (von 3 Fuss $6^3/_4$ Zoll Durchmesser) liegen ausserhalb vor dem Rahmen (Fig. 260) und sind sonach leicht zugänglich. Der Radstand beträgt 10 Fuss 8 Zoll[1]).

Fig. 261.



Die Wassercisterne *abb* ist oberhalb des Rahmens in (der gewöhnlichen) Hufeisenform construirt. Unterhalb des Bodens *cc*, welch letzterer dem Raume zur Ablagerung des Brennmaterials (Cokes und Steinkohlen) angehört, ist zwischen den Rahmen noch ein Wasserbehälter angebracht, wodurch man in den Stand gesetzt wird, eine grosse Wassermasse bei verhältnissmässig niedrig liegendem Schwerpunkte aufnehmen zu können.

Fig. 262.



Eine kräftige in unseren Abbildungen weggelassene Bremse wirkt auf vier der vorhandenen Räder, der Wasserinhalt der Cisterne beträgt 312 Cubikfuss, der Cokesfassungsraum 126 Cubikfuss.

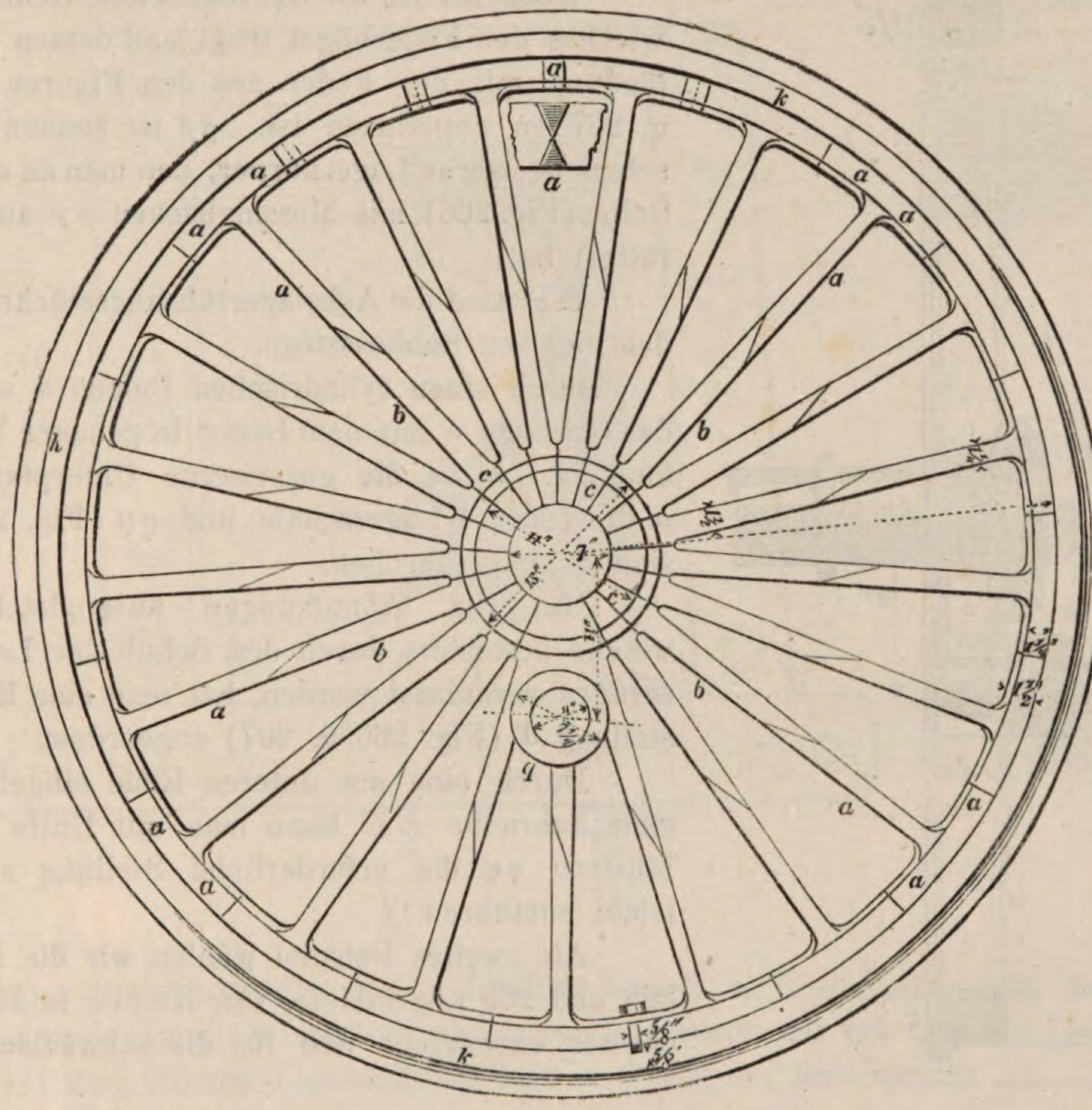
Ohne die mehrfachen werthvollen Details der vorbeschriebenen Egestorff'schen Locomotive sämmtlich beschreiben zu wollen, dürfte dennoch so viel über Räder und Achslager anzuführen sein, als erforderlich ist, um das zu vervollständigen, was S. 214 und 219 über Räder der passiven Eisenbahn-Fuhrwerke (Personen- und Güterwagen) mitgetheilt wurde.

Fig. 263 lässt hierzu eins der $6^1/_2$-füssigen Triebräder unserer Locomotive in der Seitenansicht und Fig. 264 im Verticaldurchschnitte und im Profile erkennen. Mit Ausnahme der gussstählernen Reifen (Tyres) *kk* ist jedes dieser Räder ganz aus Schmiedeeisen gefertigt. Jede der 21 Speichen ist aus zwei Theilen zusammengeschweisst, wovon der eine obere Theil *a* die T-Form hat, dem Theile *b* aber unterwärts eine derartige Keilgestalt *c* gegeben ist, dass

1) Der gesammte Radstand von Locomotive und Tender beträgt 33 Fuss $2^1/_4$ Zoll.

durch die Zusammenstellung sämmtlicher Speichen zugleich die Nabe des Rades (von 7 Zoll lichter Weite) gebildet wird.

Fig. 263.



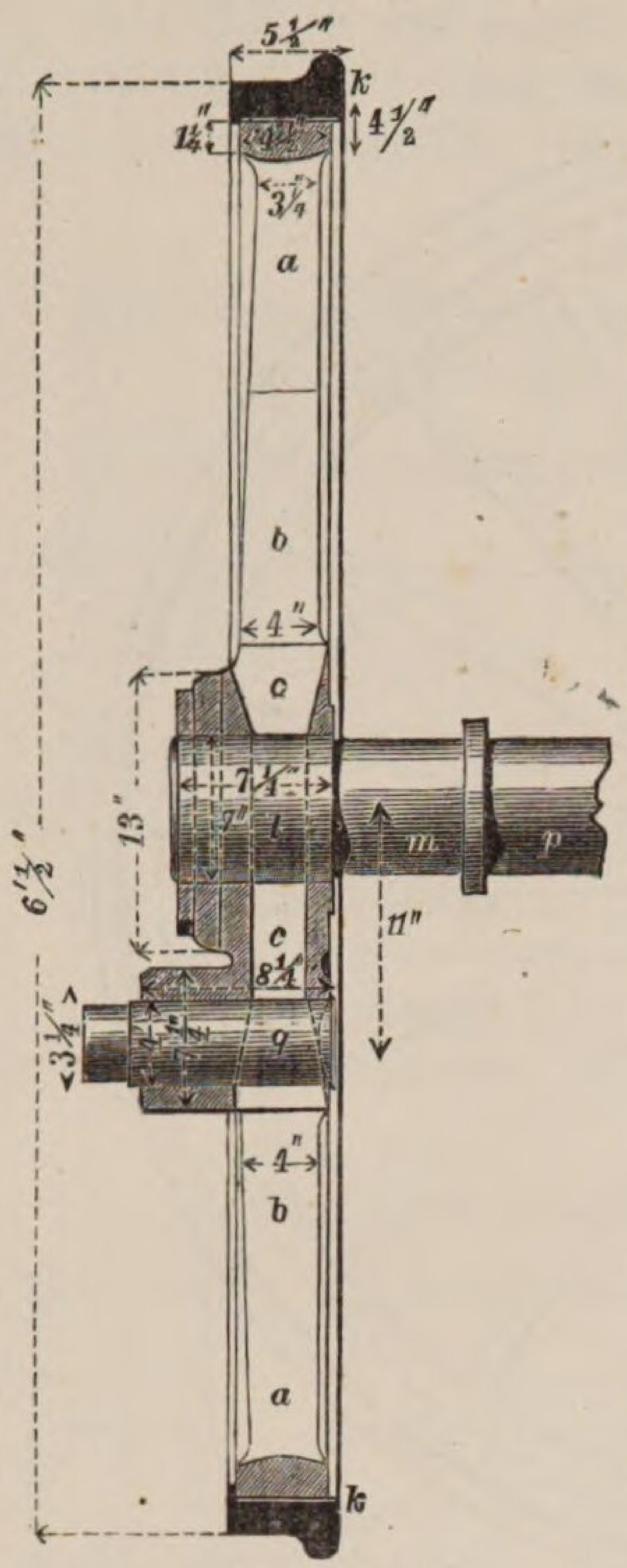
Diese Art der Locomotivradconstruction rührt von Sharps in Manchester her[1]) und wurde wahrscheinlich zuerst durch das Cockerill'sche Etablissement auf dem Continente von Europa nachgeahmt[2]).

1) Heusinger's Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Bd. 13 (1858), S. 8 u. 9 und Rühlmann in den Mittheilungen des hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1867, S. 46.

2) Der Herstellungsprocess dieser Räder ist in der G. Egestorff'schen Maschinenfabrik folgender: Der erste Act besteht in dem Schmieden der T-förmigen Speichen und Kranztheile *a* und *b*, dem als zweiter Act die Schweissung, an den in Fig. 268 durch schräge Linien hervorgehobenen Stellen folgt. Den dritten Act bildet das Zusammenpassen sämmtlicher Speichen in einem geeigneten gusseisernen Schablonenringe (einer kreisförmigen Schale). Sodann folgt als vierter Act das Zusammenschweissen der Nabe, welchen Process man als einen der wichtigsten des ganzen Herstellungsverfahrens betrachtet. Ueber einem besonders angeordneten Heerdfeuer wird das vorher gehörig zusammengepresste Speichensystem *abc* ausserhalb von der bereits gedachten gusseisernen Schale umfasst, während es nach innen hin (um die Keilstellen *c* herum) der Schweisshitze ausgesetzt wird. Da die höchstens warm gewordene Schale die Ausdehnung

Was schliesslich noch die Construction der Achslager der Trieb- und Kuppelräder betrifft, so erhellt diese aus den Fig. 266, 267 u. 268.

Fig. 264.



Zunächst ist $\alpha\alpha$ das sogenannte Gehänge, welches den Federbügel trägt und dessen Verbindung mit der Feder aus den Figuren 264 u. 267 zu entnehmen ist. $\beta\beta$ ist sodann der schmiedeeiserne Lagerkörper, den man an einer Seite (Fig. 266) mit Messingbacken $\gamma\gamma$ ausgefüttert hat.

$c^2 c^2$ sind die Achslagerführungsstücke mit dem unteren Schliessstege.

Durch einen cylindrischen Bolzen π steht das Gehänge α mit dem Lager in genauer Verbindung. λ ist die gusseiserne Unterpfanne, μ die (obere) Lagerschale und $\varrho\varrho$ (Fig. 267) sind Schmierröhrchen.

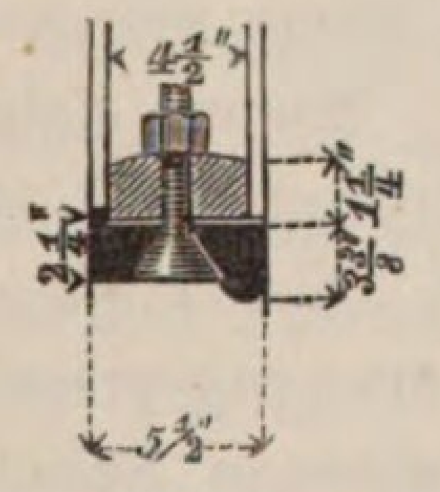
Um die Abnutzungen auszugleichen, welche besonders durch den Schub der Lenkstangen veranlasst werden, hat man eine Keilstellung δ (Fig. 266 u. 267) angeordnet.

Durch eine am unteren Ende eingehangene Schraube *EE* kann man mit Hülfe der Muttern $\eta\eta$ die erforderliche Stellung stets leicht ausführen [1]).

Als zweites Beispiel wählen wir die Fig. 268 und 269 abgebildete, von Beyer in Manchester entworfene und für die schwedischen

von innen nach aussen hindert, so erfolgt lediglich eine Bewegung in umgekehrter Richtung, d. h. von aussen nach innen, und dies zwar derartig, dass die Nabenkeile *c* sich gleichzeitig in einander pressen und dann durch die Schweisshitze, ohne weitere mechanische Einwirkung, die innigste Verbindung erzeugt wird. Zur vollständigen Bildung des Nabenkörpers werden in Fig. 264 sichtbare Deckscheiben an beiden Seiten vorgeschweisst. Der fünfte Arbeitsact besteht im Zusammenschweissen der Felgen mittelst von zwei Seiten eingesetzter Keilstücke (wie dies oben in Fig. 263 angedeutet ist), wozu man vorher Stösse der Kreuzstücke auf ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll aushaut. Als Nr. 6 erfolgt das Ausbohren der Nabe und Abdrehen der Felgen. Nr. 7 besteht im Aufziehen des Rades auf die 7 Zoll starke Achse *mp* mittelst der hydraulischen Presse. Nr. 8 Aufziehen des Reifens *k* im warmen Zustande, den man übrigens noch in der Fig. 265 angegebenen Weise befestigt. Nr. 9 ist endlich dem Abdrehen des Reifens *k* gewidmet. — Auf die Herstellung des Warzenkörpers *q* für die Treib- und Kuppelstangen ist hier nicht weiter Bedacht genommen. Das Gewicht eines solchen Radgestelles, ohne Reif und Achse, beträgt 1412 Pfd.

Fig. 265.



1) Eine Locomotive der vorbeschriebenen Art kostet nebst Tender 17300 Thlr. Vorausgesetzt sind dabei Gussstahlachsen und Bandagen (Reifen), sowie auch Lenk-

und holländischen Staatsbahnen mehrfach ausgeführte Schnellzug-Locomotive, mit Inside-Cylindern, gekröpfter Triebachse, Innenrahmen u. d. m.

Fig. 266.

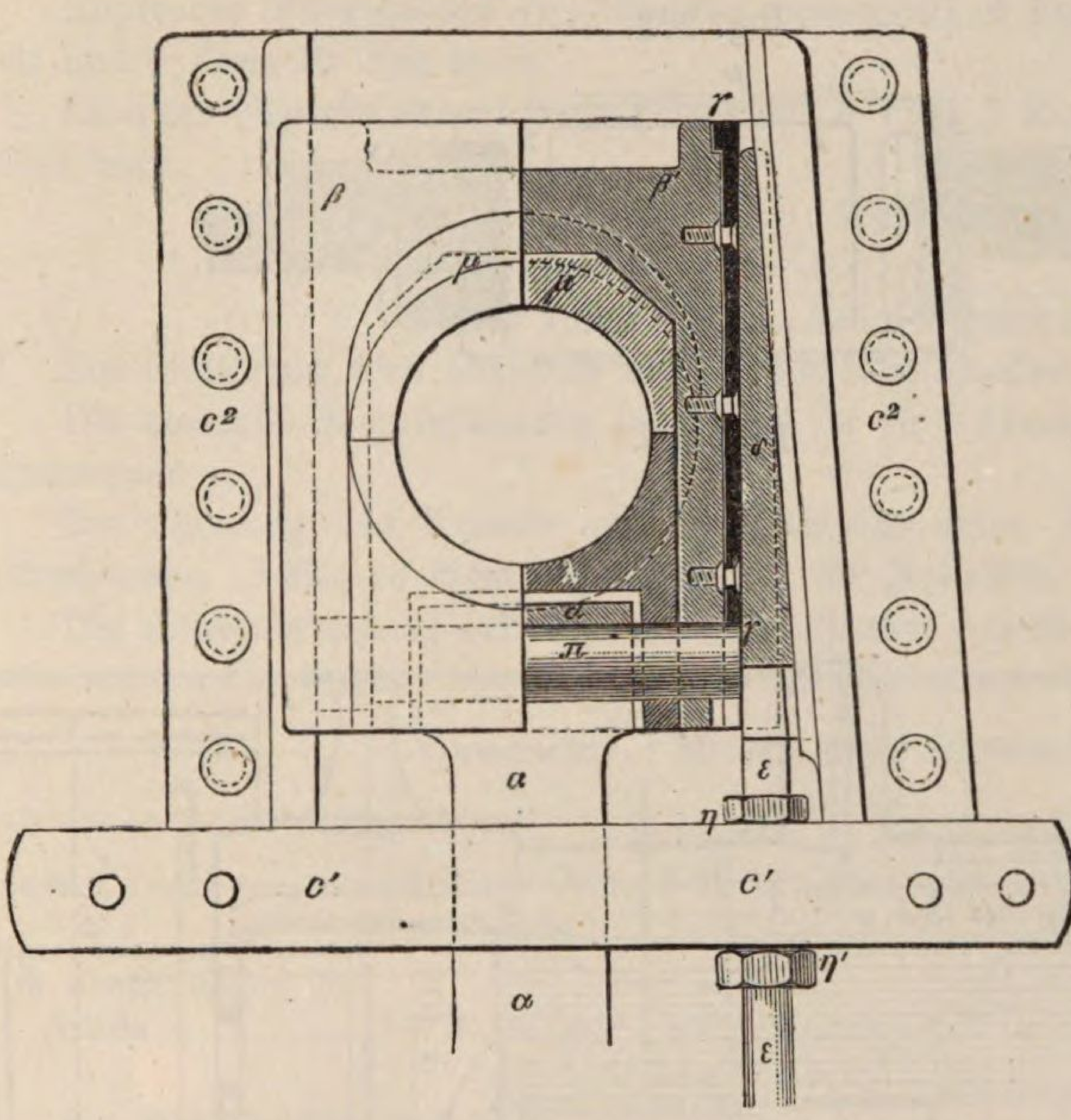
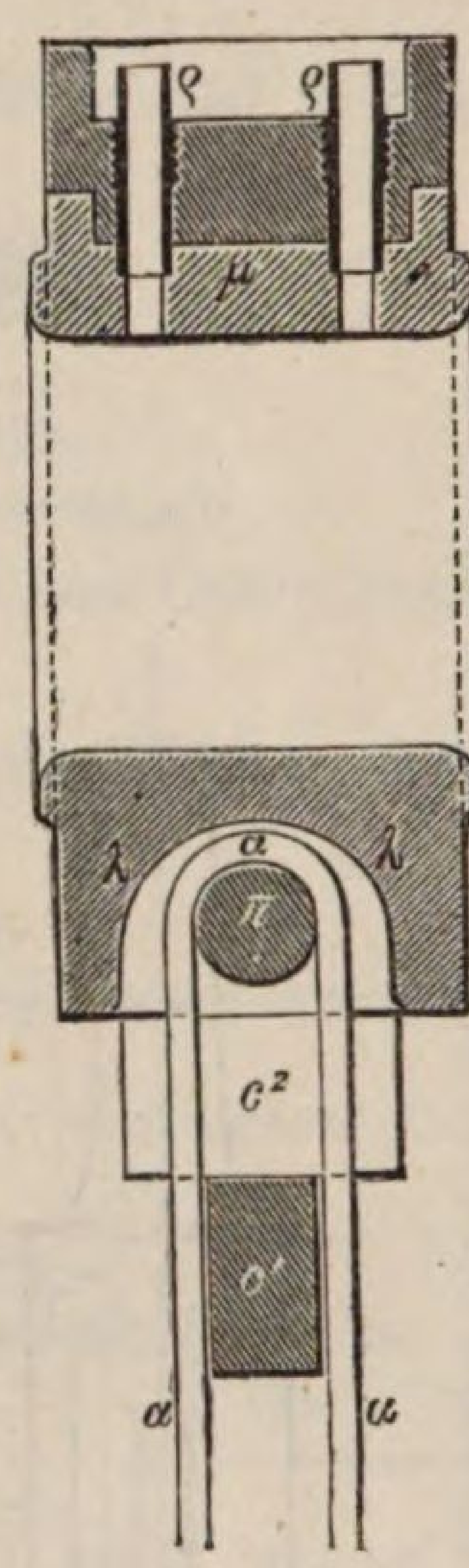


Fig. 267.



Das Eigenthümliche dieser Maschine besteht in ihrer Einfachheit, mechanischen Anordnung (namentlich viel kürzerem Kessel als bei anderen Locomotiven) [1]) und grossen Leistungsfähigkeit in Bezug auf ihr Gewicht.

und Kuppelstangen, Kurbelzapfen, Coulissen, Steuerungstheile, ferner Locomotiv- und Tender-Achslager aus Gussstahl bestehen. Wie bereits oben angegeben wurde, sind eiserne Feuerröhren vorhanden.

1) Während bei der Beyer'schen Maschine (Firma: C. Beyer, Peacock & Comp., Gorton Foundry, Manchester) die Feuerröhren nur 9 Fuss $6^{11}/_{16}$ Zoll engl. lang sind, haben diese bei den anderen in diesem Paragraphen abgebildeten Locomotiven

11 Fuss $4^1/_8$ Zoll Länge bei den von G. Egestorff erbauten Schnellzug-Maschinen der Westphälischen Bahn;

11 „ $9^5/_8$ „ bei den von A. Borsig erbauten Schnellzug-Maschinen der Köln-Mindener Bahn;

14 „ $4^1/_2$ „ bei den Güterzug-Locomotiven der Esslinger Fabrik für die Odessa-Balta-Bahn;

14 „ $4^1/_2$ „ bei den Güterzug-Locomotiven nach Behne-Kohl der braunschweiger Bahnen.

Der zur Zeit ausgezeichnetste Locomotivenconstructeur Englands, der wackere (Deutsche) Carl Beyer, gehörte bekanntlich stets zu den Verfechtern verhältnissmässig kurzer Locomotivkessel.

Ihre· Hauptdimensionen sind folgende: Cylinderdurchmesser 15 Zoll englisch, Kolbenhub 20 Zoll, Durchmesser der Triebräder 6 Fuss 2 Zoll, Achsstand 14 Fuss, Kessellänge 9 Fuss 4 Zoll, Durchmesser desselben 3 Fuss 9 Zoll

Fig. 268.

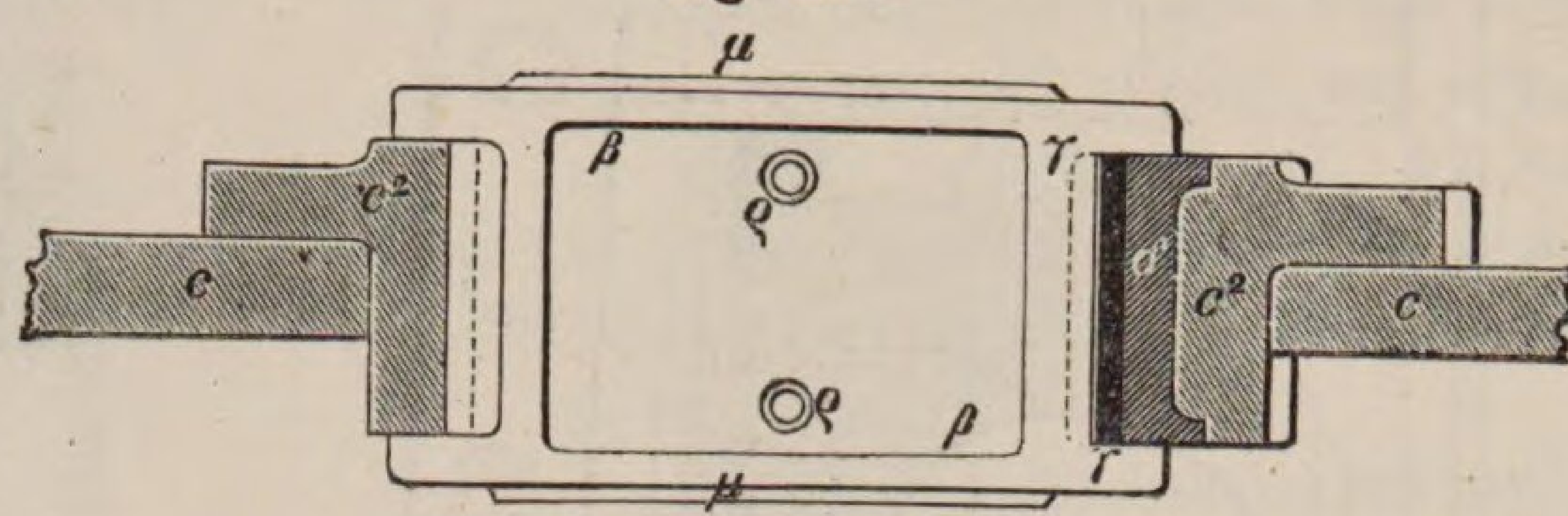


Fig. 269.

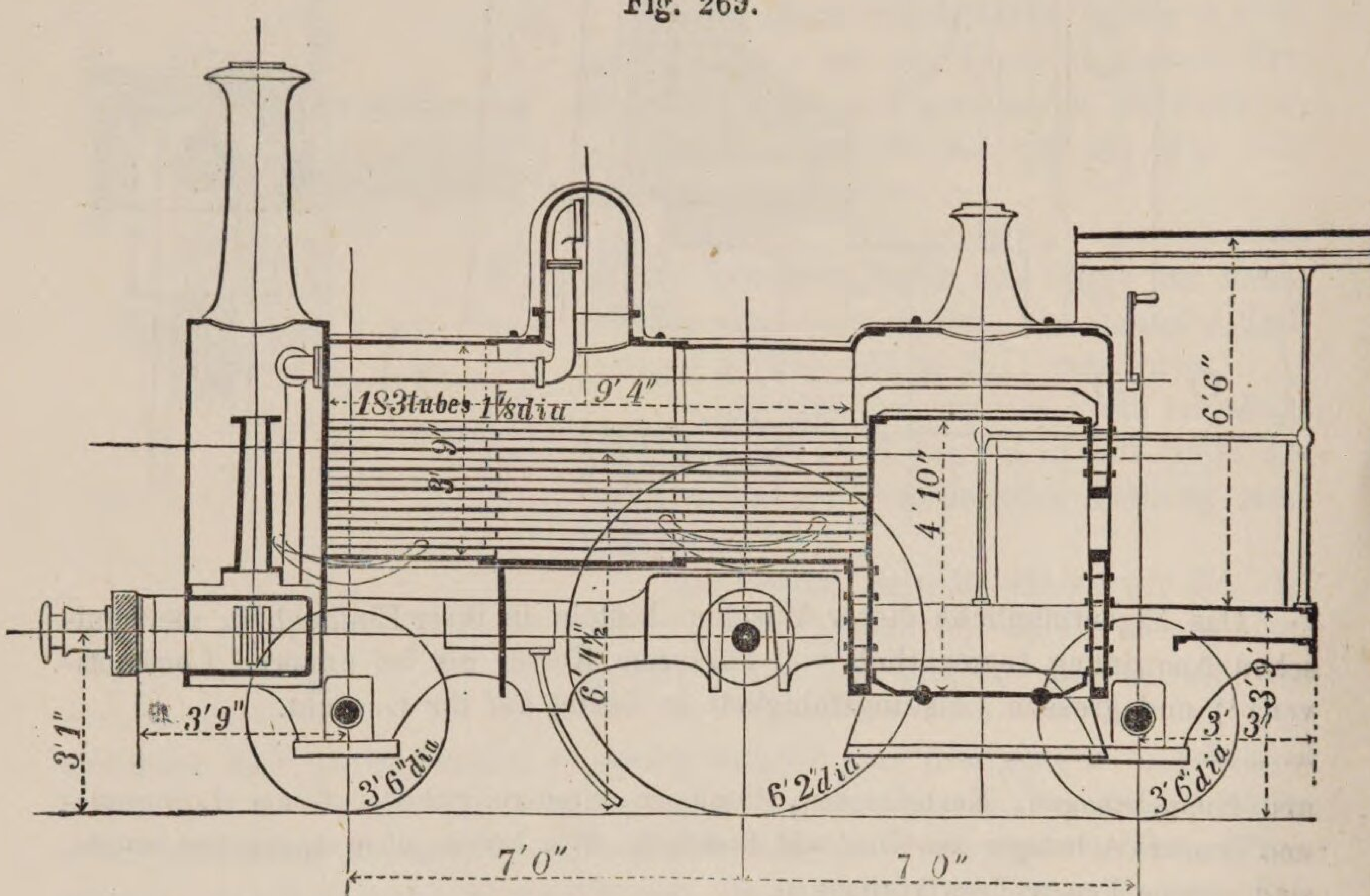
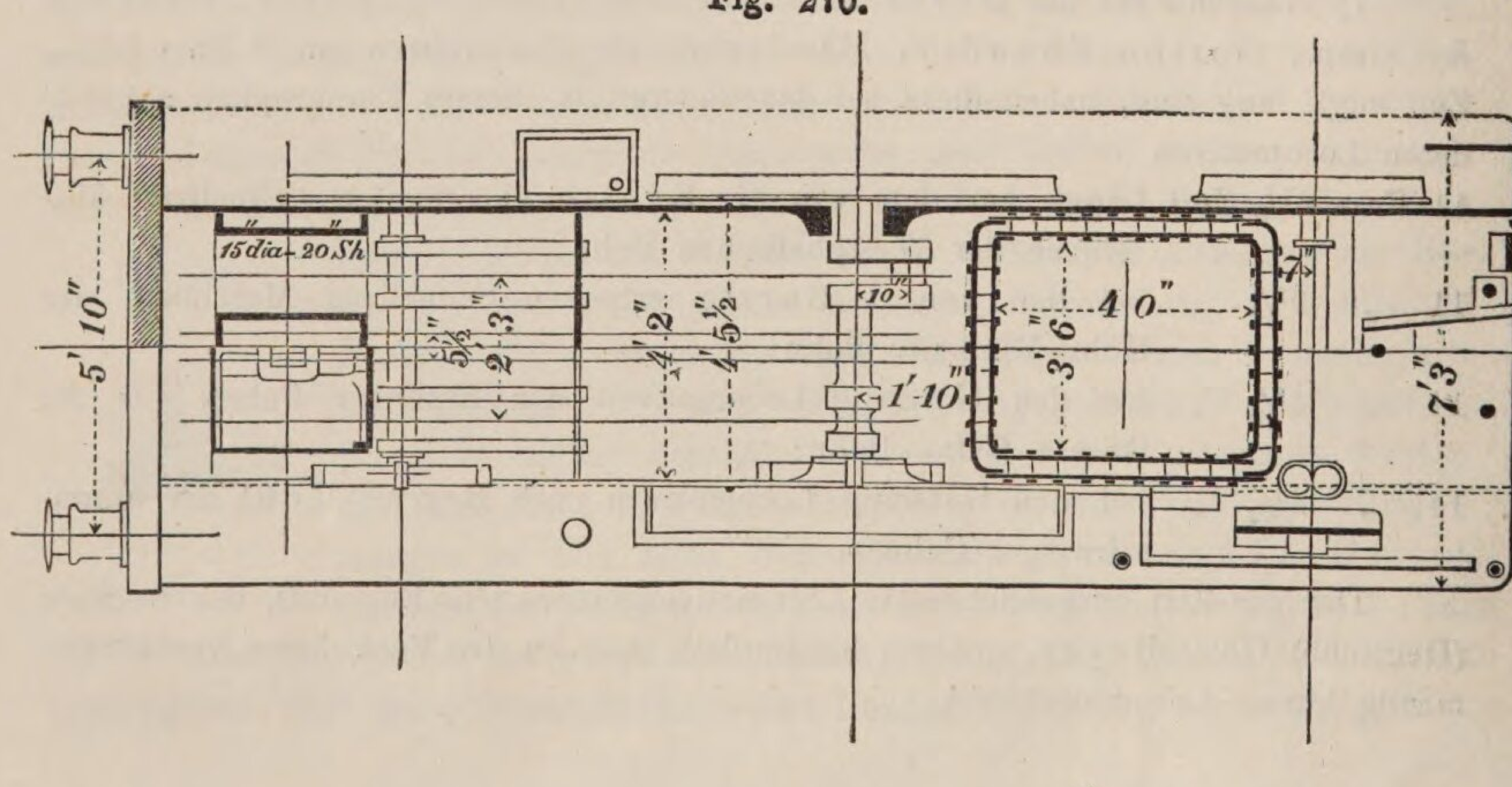


Fig. 270.



(im Lichten), Blechdicke $^9/_{16}$ Zoll. Zahl der (messingenen) Feuerröhren: 183. Länge dieser Röhren 9 Fuss $6^{11}/_{16}$ Zoll. Aeusserer Durchmesser derselben $1^7/_8$ Zoll.

Kupferner Feuerkasten (im Lichten gemessen) 4 Fuss lang, $3^1/_2$ Fuss breit und 4 Fuss 10 Zoll hoch.

Eiserner Feuerkasten (aussen gemessen) 4 Fuss 1 Zoll breit und 6 Fuss 4 Zoll hoch.

Heizfläche des Feuerkastens = 79,02 Quadratfuss
„ der Feuerröhren = 858,58 „
Totale Heizfläche = 937,60 Quadratfuss.

Zur Steuerung wird ebenfalls die Allan'sche Coulisse verwandt.

Die normale Dampfspannung im Kessel ist zu 8 Atmosphären Ueberdruck angenommen.

Die Speisung des Kessels geschieht mittelst eines Injectors und einer Kolbenpumpe. Letztere dient eigentlich nur für Nothfälle.

Die Achsenbelastung erhellt aus nachstehender Tabelle[1]).

	Vorderachse.	Mittelachse.	Hinterachse.	Totalgewicht.
Leer	6 T. 16 Ctnr. 3 Qrs.	8 T. 12 Ctnr. – 2 Qrs.	4 T. 19 Ctnr. 2 Qrs.	20 T. 8 Ctnr. 3 Qrs.
Im dienstfähigen Zustande	7 T. 6 Ctnr.	9 T. 17 Ctnr.	5 T. 8 Ctnr.	22 T. 11 Ctnr.

Fig. 271 bis 273 sind in $^1/_{72}$ der wahren Grösse gezeichnete Abbildungen der von A. Borsig für die Köln-Mindener Eisenbahn mehrfach erbauten Schnellzug-Locomotiven.

Wie zunächst aus den Abbildungen erhellt, sind diese Maschinen mit Aussencylindern und mit Innenrahmen versehen. Aehnlich wie die oben besprochene Egestorff'sche Locomotive (und entspechend Fig. V. der lithographirten Tafel C.) ruht auch die gegenwärtige Maschine nur mit drei Punkten auf Federn, was man ebenfalls durch zwei Längen-Balanciers, einen Quer-Balancier und fünf Federn erreicht hat.

Die hauptsächlichsten Maasse dieser Locomotive sind folgende, wobei hervorgehoben werden muss, dass die nicht mit englisch bezeichneten Maasse rheinländische sind[2]). Cylinderdurchmesser 16 Zoll engl., Kolbenhub 20 Zoll engl., Triebraddurchmesser $6^1/_2$ Fuss engl., Durchmesser der Laufräder 4 Fuss engl., Achsstand 15 Fuss.

1) Federbalanciers sind nicht vorhanden. Beyer gehört zu denjenigen Ingenieuren, welche isolirte Federn als ausreichend betrachten, wenn die sonstigen Dispositionen der Maschine richtig gewählt sind. Wir erinnern hierbei an die S. 366 citirte Robinson'sche Abhandlung, welche seitdem in Bulletin de la Soc. d'encouragement, 1867, p. 240 und aus letzterer Quelle in das Polytechn. Centralbl., Jahrgang 1867, S. 961 übergegangen ist.

2) 1 Rheinl. Fuss = 1,0297 engl. Fuss = 0,3138 Meter. 1 Rheinl. Quadratfuss = 1,0603 engl. Quadratfuss = 0,0985 Quadratmeter.

Kessel	äusserer (eiserner) Feuerkasten	=	4	Fuss	$1^1/_4$	Zoll	lang,	
	innerer (kupferner) „	=	3	„	4	„	„	
	„ (oben) „	=	3	„	$3^1/_2$	„	breit,	
	„ (unten) „	=	3	„	—	„	„	
	Cylindrischer Theil	=	11	„	6	„	lang,	
		=	3	„	9	„	äusserer Durchmessser [1]).	

Fig. 271.

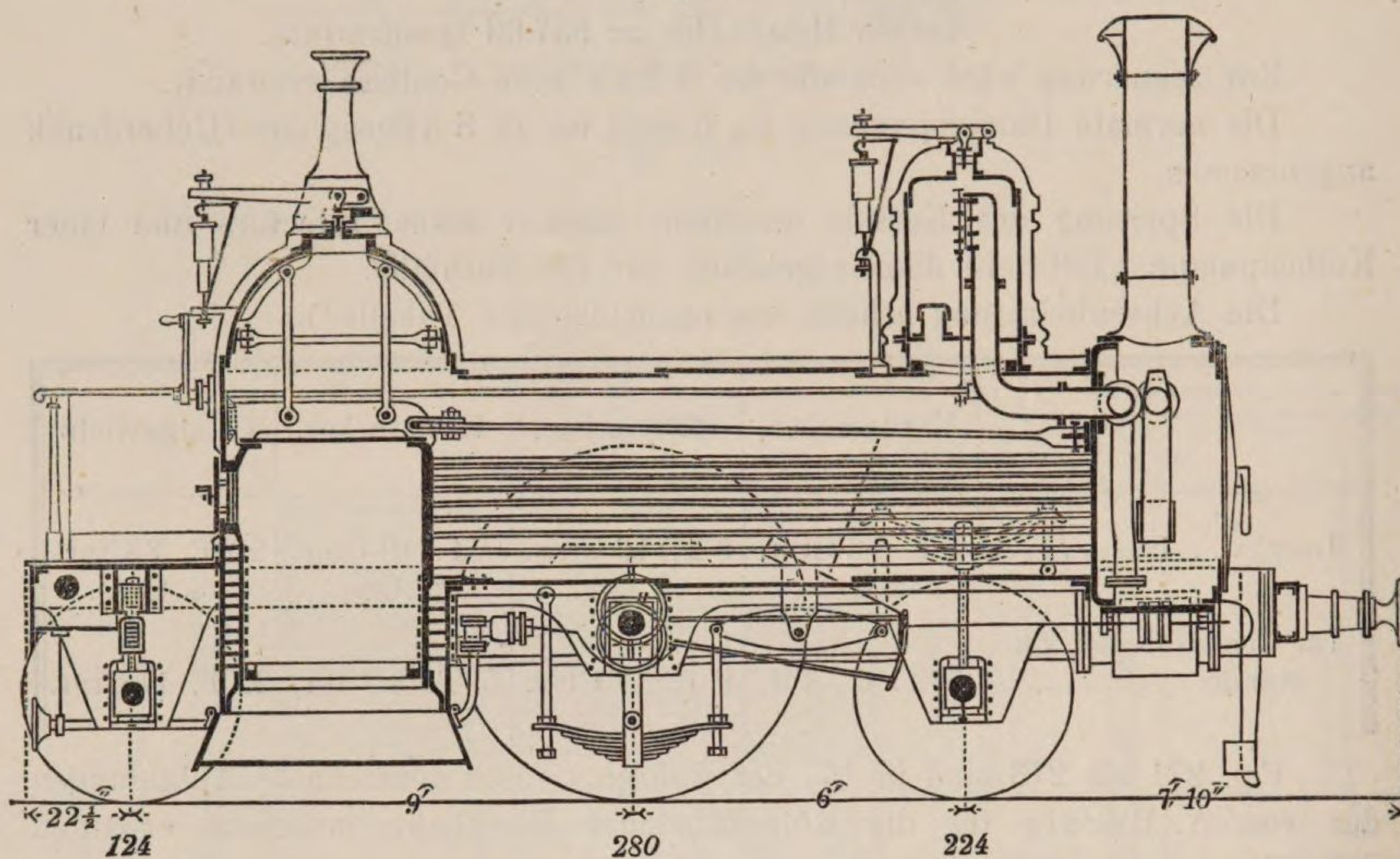
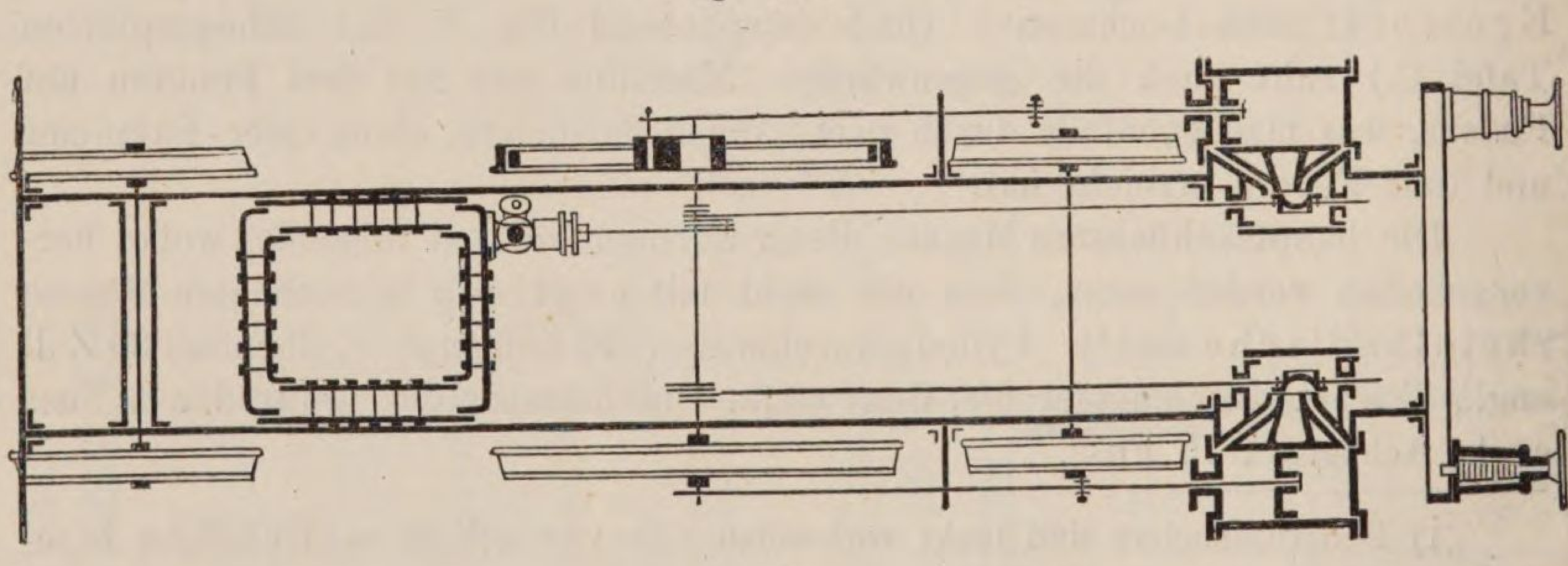


Fig. 272.

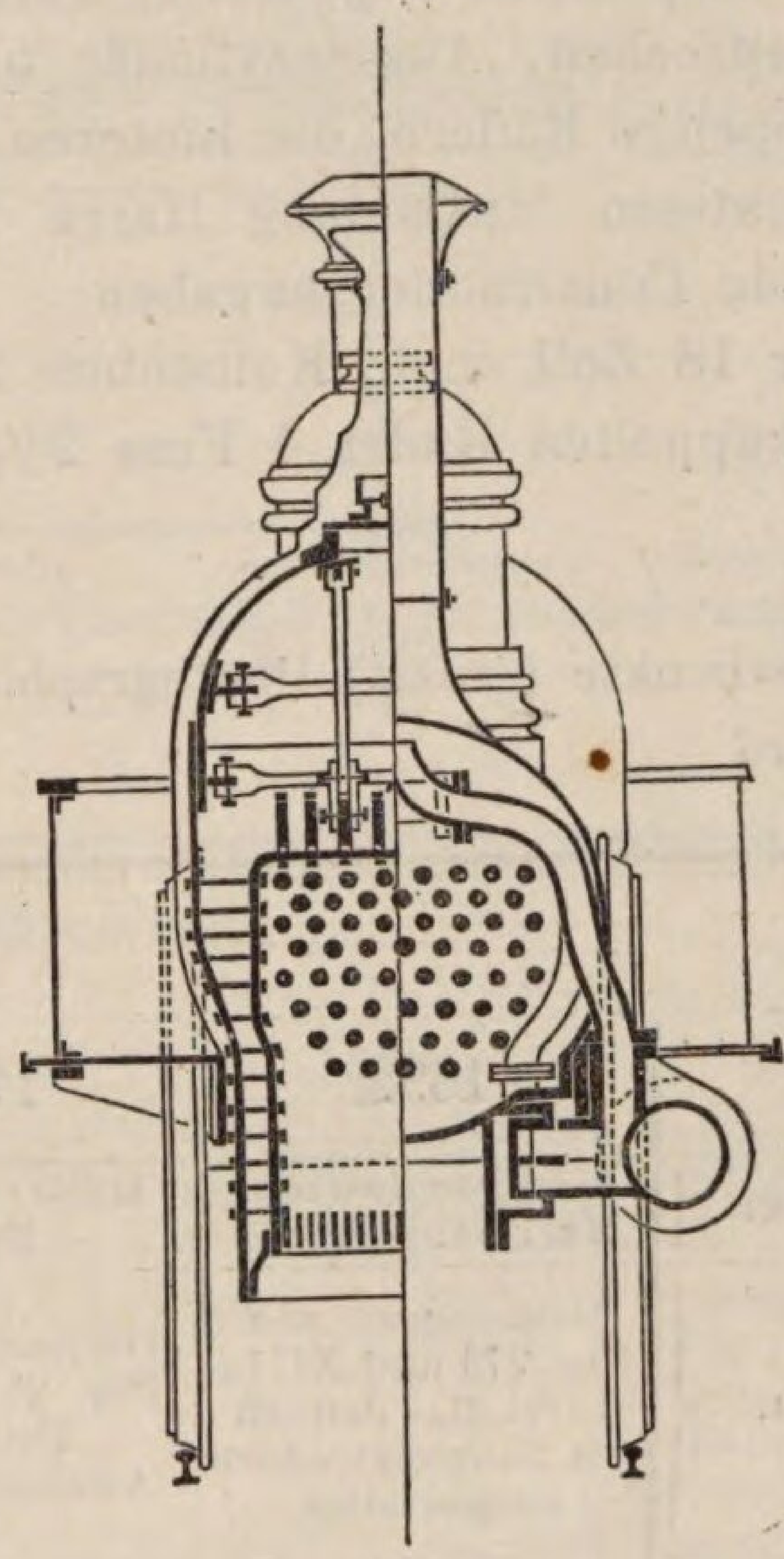


1) Die betreffenden Blechstärken sind folgende:

Aeusserer Feuerkasten	$^5/_8$ Zoll.
Cylindrischer Kessel.....................	$6^1/_2$ Linien.
Rauchkammerrohrwand.................	$^7/_8$ Zoll.
Feuerkasten (Kupfer)	$^5/_8$ „
„ (Rohrwand)	1 „

Die Zahl der Feuerröhren von $1^7/_8$ Zoll äusserem Durchmesser beträgt 160. Dabei haben diese Röhren eine Länge von 11 Fuss $9^5/_8$ Zoll, zwischen den Rohrwänden gemessen und $1^3/_8$ Linien Wandstärke.

Fig. 273.



Die Heizfläche beträgt demnach:

im Feuerkasten	55	Quadratfuss
in den Röhren	813	„
Total	868	Quadratfuss.

An Rostfläche ist 10 Quadratfuss vorhanden.

Die normale Dampfspannung im Kessel entspricht 8 Atmosphären über den äusseren Luftdruck.

Die Belastungen der Achsen, wahrscheinlich für den betriebsfähigen Zustand, wurden mir angegeben zu:

280 Zoll-Ctnr. auf die Triebachse,
224 „ „ „ „ Vorderachse,
124 „ „ „ „ Hinterachse,

daher 628 Ctnr. Totalgewicht.

Dimensionen noch anderer Locomotiven des A. Borsig'schen Etablissements sind in der umstehend (S. 384 und 385) aufgenommenen Tabelle verzeichnet [1]).

1) Diese Tabelle hat für die Studirenden der Hannoverschen Polytechnischen Schule doppelten Werth, indem sie durch vortreffliche vom Herrn Commerzienrath

Die bereits erwähnten von der Esslinger Maschinen-Fabrik (Director Kessler) für die Odessa-Balta-Elisabethgrod-Bahn (südrussische Staats-Eisenbahn gelieferten) Güterzug-Locomotiven werden durch die Abbildungen Fig. 274 bis 276 (in $^1/_{72}$ wahrer Grösse) repräsentirt, woraus zunächst erhellt, dass sie der allgemeinen Disposition Fig. XIII., Tafel B. (jedoch mit anderem Platze für den Dom) entsprechen, Aussencylinder und Aussenrahmen besitzen und von den sechs gekuppelten Rädern, die hinteren Paare mit Federbalanciers ausgestattet sind. Der gütigen Mittheilung Herrn Kessler's jun. verdankt der Verfasser nachstehende Constructionsangaben:

Cylinderdurchmesser 18 Zoll engl., Kolbenhub 24 Zoll engl., Durchmesser eines jeden der sechs gekuppelten Räder 4 Fuss $2^1/_2$ Zoll, Radstand 10 Fuss $7^3/_8$ Zoll.

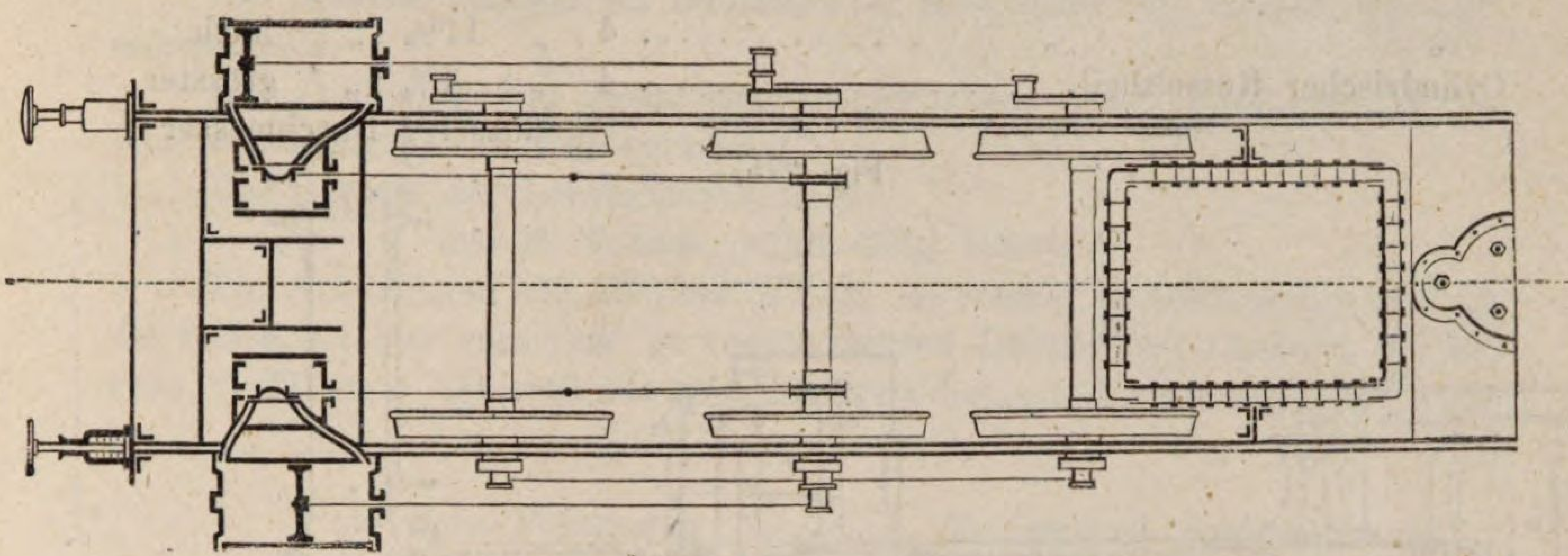
Borsig dem Verfasser geschenkte (grosse) Photographien der verzeichneten Locomotiven vervollständigt wird.

Dimensionen einiger von

Fabrik-Nummer.	1692.	1715.	1745.
Besitzer der Locomotiven	Niederschlesisch-Märkische Bahn.	Halle-Casseler Bahn.	Magdeburg Halberstädter Bahn.
Besondere Bemerkungen.	Disposition wie Fig. 273 und XIII., Tafel B. Jedoch mit Innencylindern ausgestattet.	Disposition wie Fig. 254 und X., Tafel A. Aussencylinder.	Disposition wie Fig. 220 und XI., Tafel A. Aussencylinder.
Bezeichnung derselben.	—	Sangerhausen.	Leopold-Friedrich.
Durchmesser der Cylinder .	17 Zoll	16 Zoll engl.	17 Zoll engl.
Kolbenhub	24 „	22 „ „	24 „ „
Durchmesser der Triebräder	$4^1/_6$ Fuss	5 Fuss „	$4^1/_2$ Fuss engl.
Entfernung von Hinter- bis Mittelrad	6 Fuss 4 Zoll	7 „	5 Fuss 2 Zoll
Entfernung von Mittel- bis Vorderrad	7 „ 6 „	6 „	5 „ $6^1/_4$ „
Radstand	13 „ 10 „	13 „	10 „ $8^1/_4$ „
Rostfläche, Länge	6 Fuss	5 Fuss 6 Zoll	3 „ 8 „
„ Breite	3 Fuss 6 Zoll	3 „ 2 „	3 „ — „
„ in Quadratfuss .	21 Quadratf.	17,42 Quadratf.	11 Quadratf.
Rohre, Anzahl	190	182	182
„ äusserer Durchmesser	1 Zoll $11^1/_2$ Lin.	$1^3/_4$ Zoll	$1^3/_4$ Zoll
„ innerer „	1 Zoll 9 Linien	1 Zoll $6^1/_2$ Lin.	1 Zoll $6^1/_2$ Lin.
Heizfläche im Feuerkasten .	80	67	62
„ in den Röhren . .	936	809	982
Total	1016	876	1044
Länge der Rohre zwischen den Rohrwänden	10 Fuss $8^7/_8$ Zoll	11 Fuss	13 Fuss $4^3/_8$ Zoll
Kessel, Durchmesser	4 Fuss 2 Zoll	4 Fuss $1^1/_2$ Zoll	3 „ 9 „
„ Blechstärke	$^1/_2$ Zoll	$^9/_{16}$ Zoll	$^1/_2$ Zoll
Dampfspannung über den äusseren Luftdruck	8 Atmosph.	$7^1/_7$ Atmosph.	$7^1/_7$ Atmosph.
Gewicht, leer	630 Zoll-Ctnr.	580 Zoll-Ctnr.	575 Zoll-Ctnr.
„ im Betriebe	700 „ „	660 „ „	650 „ „

Kessel: äusserer (eiserner) Feuerkasten {5 Fuss 3 Zoll lang. / 4 „ $3^3/_4$ „ breit.}

Fig. 274.



A. Borsig gelieferten Maschinen.

1753.	1852.	1889.	1974.	1994.
Rheinische Bahn.	Holländische Bahn.	Saarbrücker Bahn.	Moskau-Kursk Bahn.	Moskau-Kursk Bahn.
Disposition wie Fig. 270 und Fig. VII., Tafel A. Aussencylinder.	Disposition wie Fig. 254 und Tafel A., Fig. X. Aussencylinder.	Disposition wie Fig. XIII., Tafel B. Aussencylinder.	Disposition wie Fig. 245 mit acht gekuppelten Rädern und Aussencylindern.	Disposition wie Fig. 254 und Tafel A., Fig. X. Aussencylinder.
Courier.	Holland.	Nr. 54.	Δ 4.	Γ 4.
15 Zoll engl.	16 Zoll engl.	18 Zoll engl.	500 Millimeter	16 Zoll engl.
20 „ „	22 „ „	27 „ „	24 Zoll engl.	22 „ „
5 Fuss 6 Zoll engl.	6 Fuss engl.	$4^1/_6$ Fuss „	4 Fuss „	$5^1/_2$ Fuss „
7 Fuss 8 Zoll	8 Fuss 2 Zoll	4 Fuss 8 Zoll	{4 Fuss 1 Zoll 4 „ 4 „}	8 Fuss 3 Zoll
5 „ 6 „	6 „ 6 „	6 „ 4 „	4 „ 1 „	6 „ 6 „
13 „ 2 „	14 „ 8 „	11 „ — „	12 „ 6 „	14 „ 9 „
3 „ 2 „	5 „ — „	4 „ $^3/_4$ „	5 „ — „	4 „ $10^1/_2$ „
3 „ 2 „	2 „ $11^1/_2$ „	3 „ 4 „	3 „ 8 „	3 „ $1^1/_2$ „
10,03 Quadratf.	14,80 Quadratf.	13,54 Quadratf.	18,33 Quadratf.	15,23 Quadratf.
160	162	201	211	164
$1^7/_8$ Zoll	2 Zoll engl.	$1^7/_8$ Zoll	2 Zoll engl.	2 Zoll engl.
$1^{21}/_{32}$ „	—	1,675 „	1,78 „	1,78 Zoll
60	—	74	95	82
747	—	1263	1548	826
807	—	1337	1643	908
10 Fuss $9^1/_4$ Zoll	11 Fuss $11^1/_4$ Zoll	14 Fuss $3^3/_4$ Zoll	15 Fuss 9 Zoll	10 Fuss $9^5/_8$ Zoll
3 „ 9 „	4 „ — „	4 „ 4 „	4 „ 8 „	4 „ 5 „
$5^1/_2$ Linien	— „ $^9/_{16}$ „	— „ $^5/_8$ „	$6^1/_2$ Linien	$6^1/_2$ Linien
8 Atmosph.	8 Atmosph.	$7^1/_7$ Atmosph.	$8^2/_3$ Atmosph.	$8^2/_3$ Atmosph.
500 Zoll-Ctnr.	605 Zoll-Ctnr.	655 Zoll-Ctnr.	750 Zoll-Ctnr.	595 Zoll-Ctnr.
565 „ „	675 „ „	740 „ „	865 „ „	665 „ „

Innerer (kupferner) Feuerkasten	4 Fuss $5\frac{1}{8}$ Zoll / 4 „ $6\frac{3}{8}$ „	lang.
„ „	3 „ $5\frac{1}{4}$ „ / 3 „ 7 „	breit.
„ „	4 „ $11\frac{3}{8}$ „	hoch.
Cylindrischer Kesseltheil	4 „ $4\frac{3}{4}$ „	grösster äusserer Durchmesser[1]).

Fig. 275.

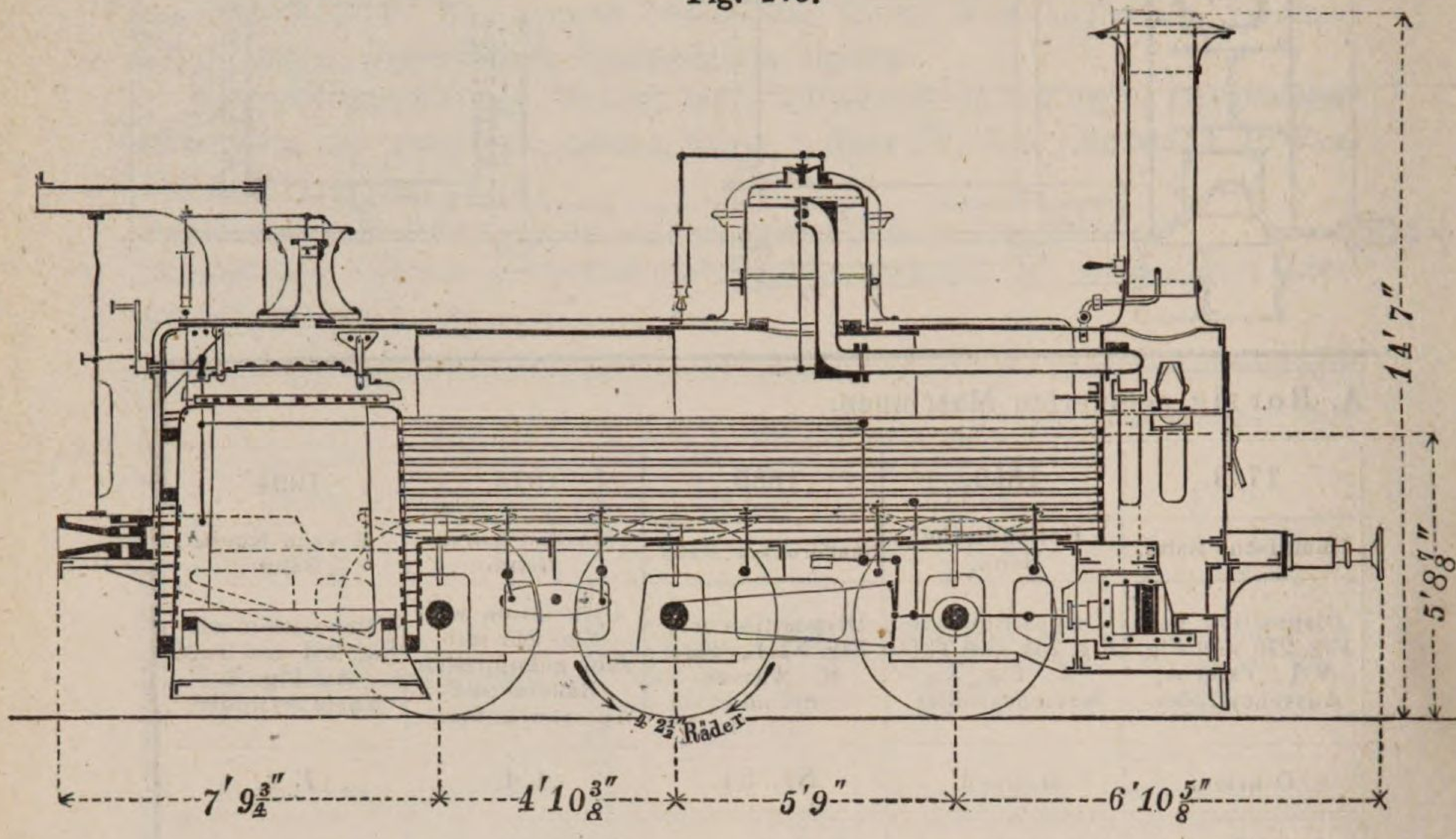
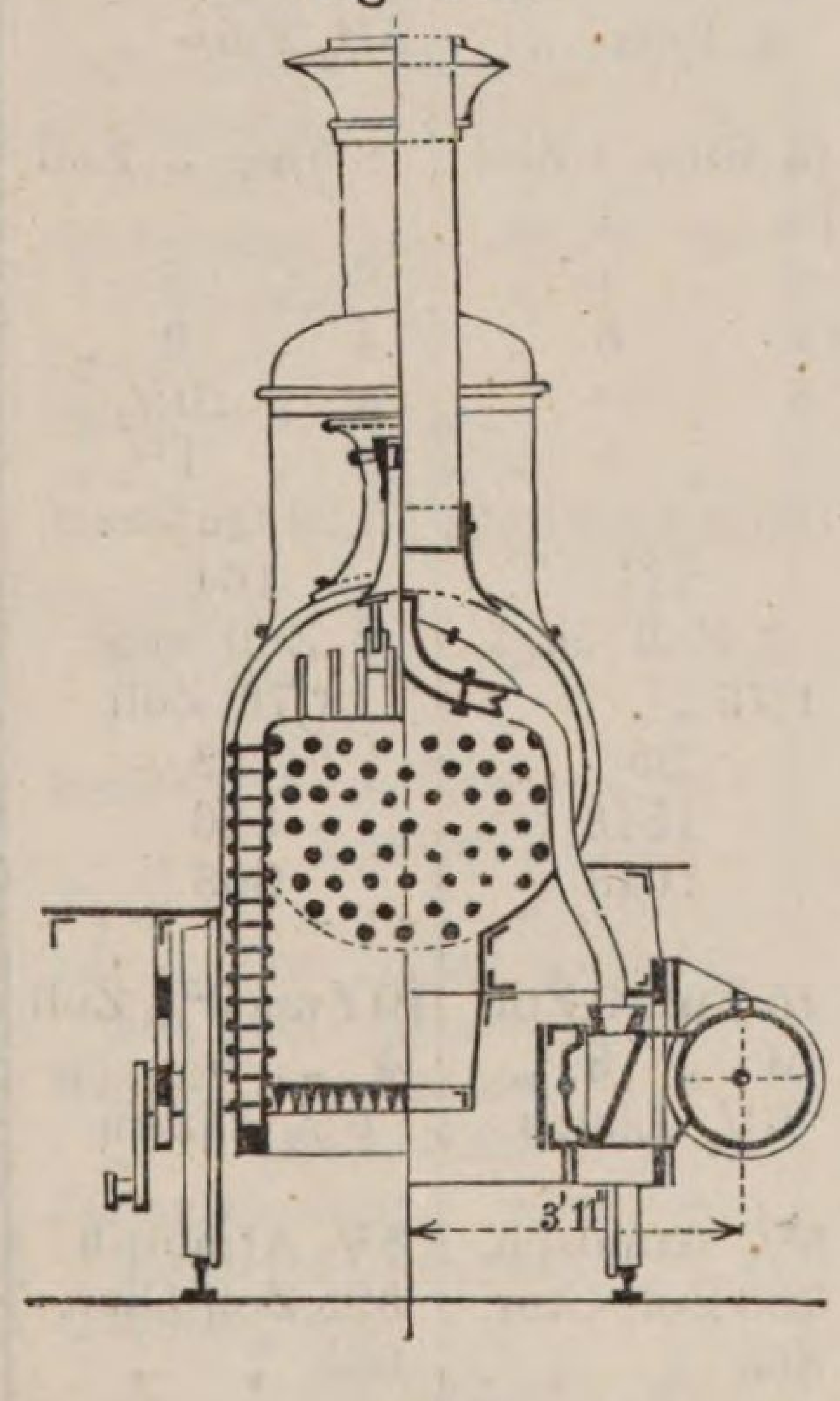


Fig. 276.



Totallänge von Feuerkasten,
Kessel und Rauchkasten 20 Fuss — Zoll.
Feuerröhren: 167 Stück von 2 Zoll engl. äusserem Durchmesser und 14 Fuss $4\frac{1}{2}$ Zoll Länge zwischen den Rohrwänden.

Heizfläche des Feuerkastens 85 Quadratfuss
„ der Feuerröhren 1265 „

Totale Heizfläche 1350 Quadratfuss engl.

An Rostfläche ist vorhanden $16\frac{1}{4}$ Quadratfuss engl.

Der Dampfdom hat 2 Fuss Durchmesser und 3 Fuss Höhe. Der Durchmesser des Schornsteins beträgt $18\frac{1}{8}$ Zoll. Zur Verbindung des inneren und äusseren Feuerkastens dienen Stehbolzen von $\frac{15}{16}$ Zoll Durchmesser. Die Decke des Feuerkastens ist durch 8 angeschrobene Anker gehörig verstärkt und letzterer wieder an 4 Punkten an der darüber befindlichen

1) Blechstärken am Kessel und Rauchkasten:

Decke aufgehangen, wie aus der gleichzeitigen Betrachtung von Fig. 275 und 276 hinlänglich erhellt.

Der normale Dampfdruck im Kessel ist zu 120 Pfd. pro Quadratzoll engl. angenommen.

Die Zuführung des Speisewassers wird durch zwei Injectoren bewirkt. Eine Kolbenpumpe ist nicht vorhanden.

Das Gewicht der Locomotive beträgt:

leer 29 Tonnen, gefüllt $32^2/_3$ Tonnen [1]).

Die Abbildungen Fig. 277 bis 279 (in $^1/_{88}$ wahrer Grösse) zeigen endlich die fünfte der hier specieller zu besprechenden Locomotiven, nämlich die bereits S. 331 und 365 erwähnte schwere Güter-Locomotive des deutschen Inge-

Aeusserer Feuerkasten	$^1/_2$	Zoll engl. stark.
Stirnwand derselben	$^1/_2$	„ „ „
Cylindrischer Kesseltheil	$^1/_2$	„ „ „
Rauchkammerwand	$^7/_8$	„ „ „
Seitenwände des Rauchkastens ...	$^1/_2$	„ „ „
Vorderwand	$^3/_8$	„ „ „
Dampfdom	$^5/_8$	„ „ „
Kuppel desselben	$^1/_2$	„ „ „
Innerer kupferner Feuerkasten ...	$^9/_{16}$	„ „ „
Innere kupferne Rohrwand	1	„ „ „

1) Gegen Ende des Jahres 1866 hatte Esslingen für die gedachte russische Staatsbahn bereits 18 dieser Locomotiven geliefert und waren damals noch 27 andere Maschinen derselben Construction im Bau begriffen.

Der Verfasser bedauert recht aufrichtig, nur den Studirenden der Hannoverschen Polyt. Schule und nicht allen Lesern seines Buches die schöne Sammlung grosser Photographien von Locomotiven der Esslinger Fabrik vorführen zu können, welche Herr Kessler demselben vor Kurzem zum Geschenke machte. Unter diesen Abbildungen befindet sich u. A. auch die einer schweren Güterzug-Locomotive der Würtembergischen Staatseisenbahn, deren Disposition (drei Paar gekuppelte Räder, sämmtliche Achsen zwischen Feuer- und Rauchkasten placirt, Aussencylinder etc.) oben beschriebener Maschine Fig. 274 bis 276 gleicht, jedoch folgende abweichende Dimensionen hat: Cylinderdurchmesser 19 Zoll engl., Kolbenhub 24 Zoll, Räderdurchmesser $4^1/_2$ Fuss. Totale Heizfläche 1658 Quadratfuss. Gewicht der Locomotive: leer 33 Tonnen, gefüllt 36 Tonnen. Eine zweite Photographie ist einer Locomotive für die Livorneser Eisenbahn-Gesellschaft (Linie Florenz-Livorno und Florenz-Rom) entnommen, die der Achsendisposition nach dem Systeme XI., Tafel A., jedoch mit ganz horizontal gelegten Aussencylindern entspricht, deren sonstige Construction der Esslinger Fabrik selbst überlassen wurde, die für Personen- und leichten Güterverkehr bestimmt ist und deren Hauptdimensionen sind: 17 Zoll engl. Cylinderdurchmesser, 22 Zoll Hub, $5^1/_2$ Fuss Durchmesser der vier gekuppelten Räder, 1218 Quadratfuss totale Heizfläche. Eine dritte Photographie zeigt eine Locomotive der (dänischen) Seeländischen Eisenbahn, wobei die Achsendisposition der Skizze Fig. X., Tafel A. entspricht, die Cylinder 15 Zoll Durchmesser haben und der Kolbenhub 24 Zoll beträgt. Die vier gekuppelten Räder haben $5^1/_2$ Fuss Durchmesser. Das Gewicht der Maschine wird leer zu $25^3/_4$ Tonnen angegeben.

nieurs Behne, deren Anordnung gewöhnlich unter der Benennung „System Behne-Kool“ [1]) aufgeführt wird.

Es erinnert diese Maschine zunächst an das System Engerth hinsichtlich des hinterwärts über das Radgestell hinaus verlängerten, weit überhängen-

Fig. 277.

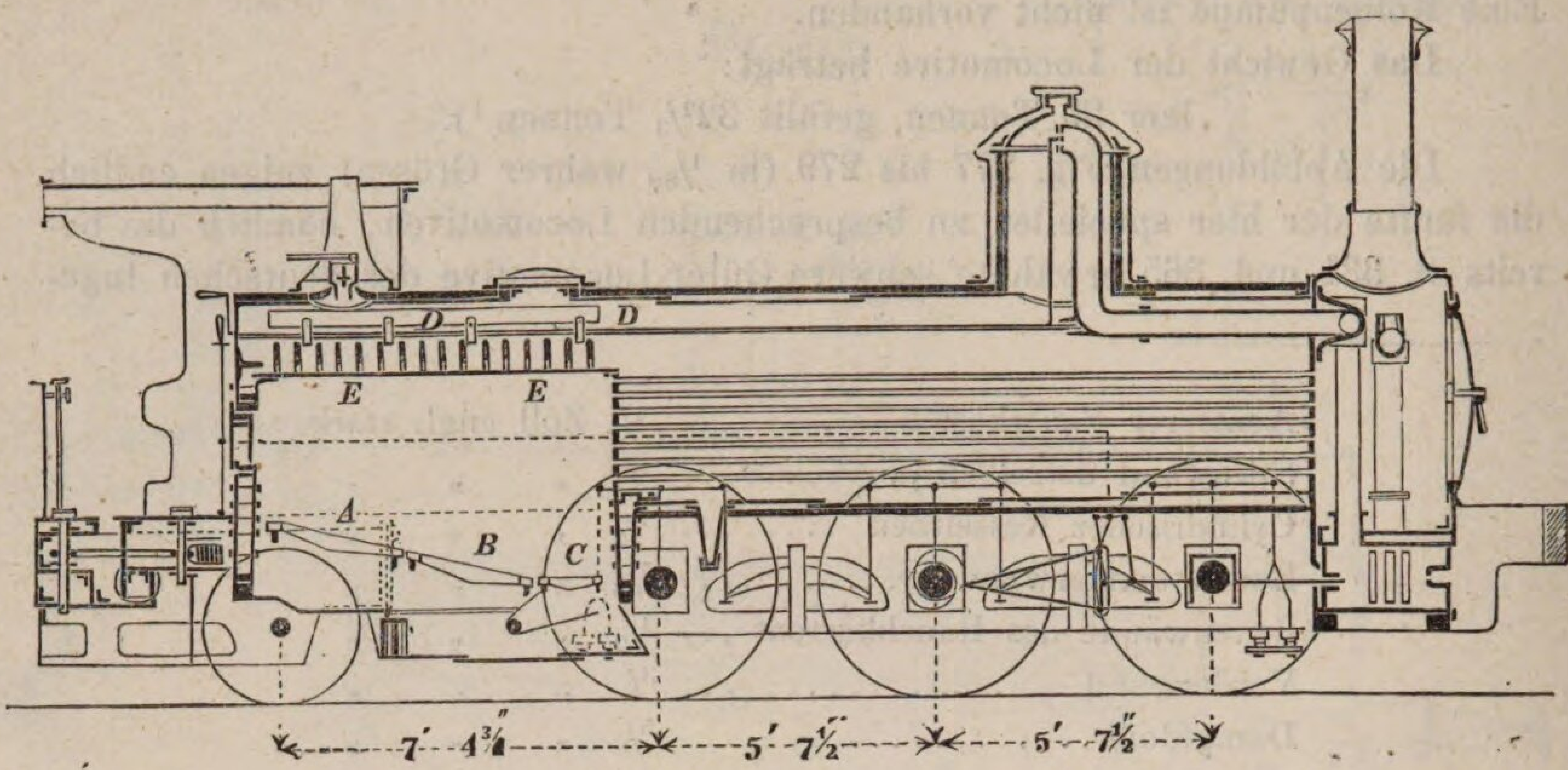
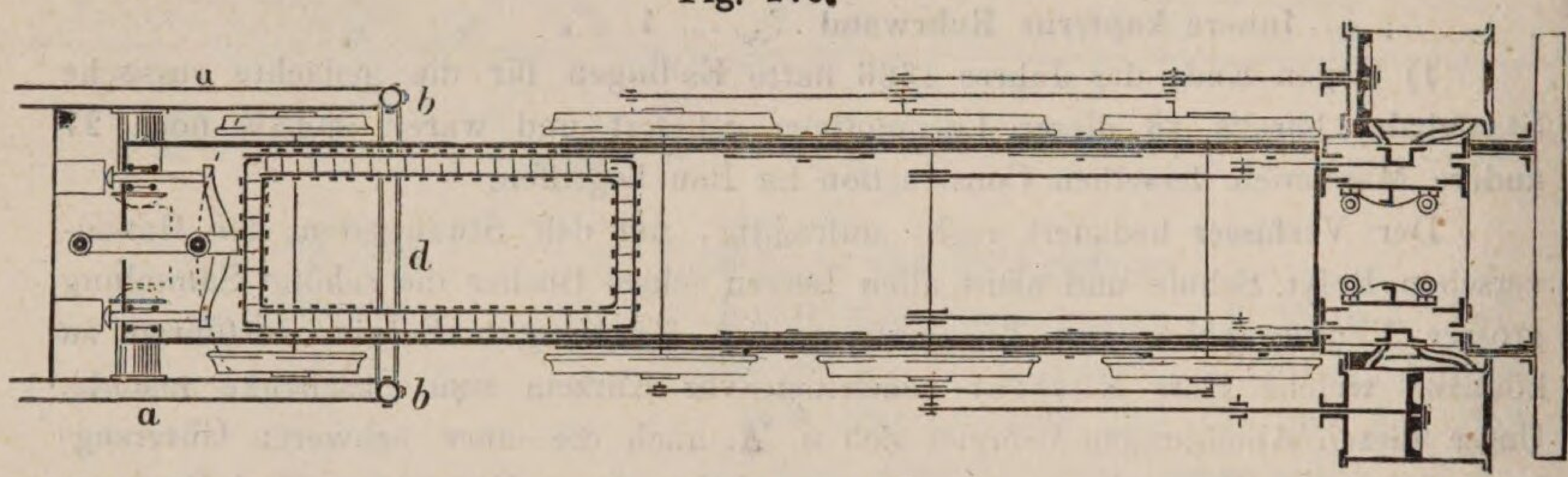


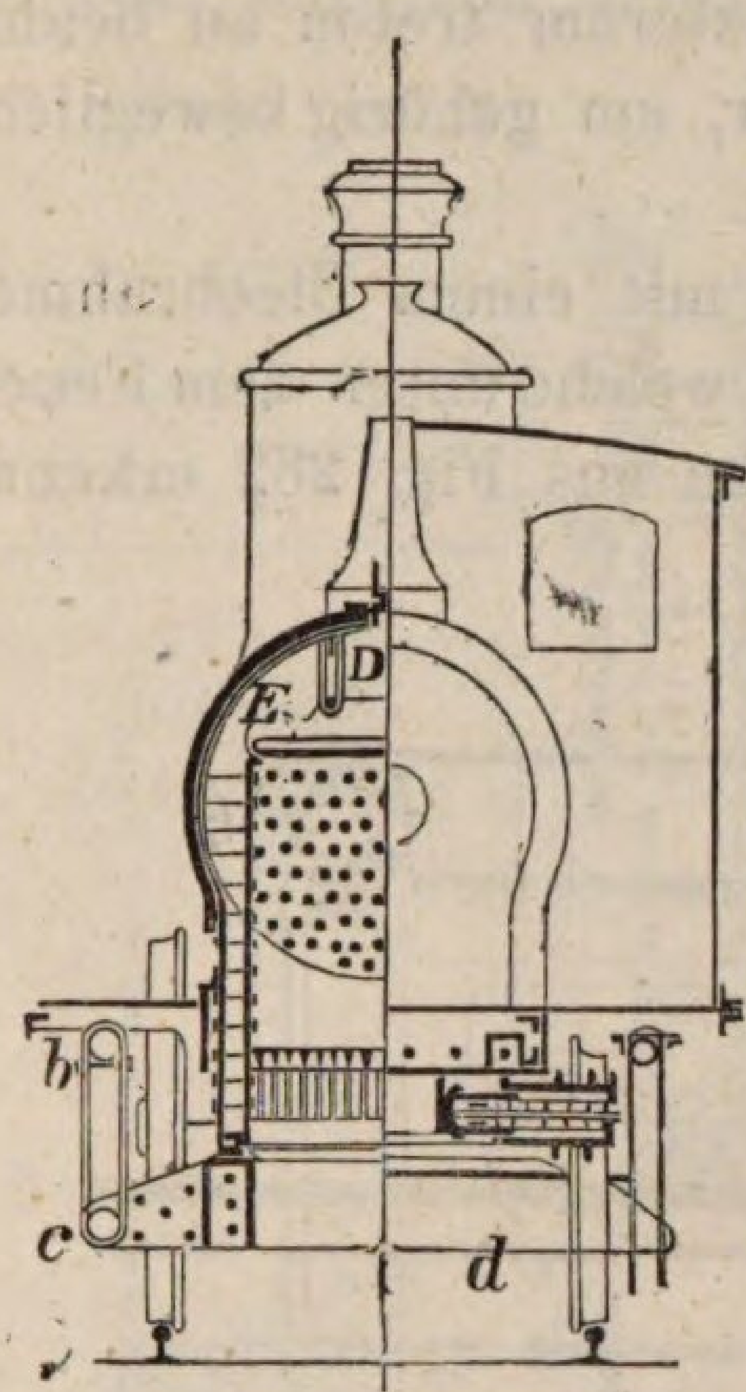
Fig. 278.



1) Der jetzt in Harburg als Eisengiessereibesitzer und Maschinenfabrikant etablirte Ingenieur A. Behne (ein ehemaliger Zögling der Hannoverschen Polytechn. Schule) veröffentlichte bereits 1863 im Heusinger'schen Organe, Bd. 18, S. 226, eine Verwahrung gegen die unrechtmässige Bezeichnung seines Locomotivensystems als System Belpaire, wie dies namentlich in Belgien zu geschehen pflegt. Behne verband sich bereits 1857 mit dem holländischen Maschinen-Oberingenieur Kool zur Patentnahme auf das nach ihnen benannte System in verschiedenen Ländern. Sammann in seinem Berichte über die Locomotiven der Londoner internationalen Ausstellung vom Jahre 1862 (Amtlicher Bericht u. s. w., Heft 17, Classe 5, S. 471) hebt beim Besprechen der vom belgischen Ingenieur Belpaire construirten Güterzug-Locomotive der Actiengesellschaft von Marcinelle und Couillet ebenfalls hervor, dass die Priorität der Belpaire'schen Feuerkastenconstruction dem deutschen Ingenieur A. Behne zukomme.

den und durch die vordere Tenderachse gestützten Feuerkastens, unterscheidet sich jedoch von den Engerth'schen Maschinen dadurch, dass niemals beabsichtigt wurde, das Tendergewicht zur Vergrösserung der Locomotivradadhäsion zu benutzen, ferner unterscheidet sie sich durch mehrfache neue Details, ganz besonders aber durch einen wesentlich verlängerten Feuerkasten, wobei drei getrennte schräg liegende Roste in Anwendung kommen, deren Stäbe so eng beisammen liegen, dass nicht nur ungesiebte Grubenkohle, sondern auch Kohlenklein als Feuerungsmaterial zweckmässig verwandt werden können und überdies eine möglichst vollständige Verbrennung stattfindet 1).

Fig. 279.



Das zu unseren Abbildungen gewählte Locomotivenexemplar ist aus der G. Egestorff'schen Maschinenfabrik hervorgegangen und läuft jetzt im Dienste der Braunschweigischen Eisenbahnverwaltung unter dem Namen „Teufelsmauer" als schwere Lastzug-Locomotive mit Erfolg auf den Bahnstrecken Kreiensen-Holzminden und Braunschweig-Oschersleben. Wie überdies aus Fig. 278 und 279 erhellt, hat die Locomotive drei gekuppelte Achsen, Aussencylinder und Innenrahmen.

Ihre wichtigeren Dimensionen sind folgende: Cylinderdurchmesser 18 Zoll engl., Kolbenhub 26 Zoll, Durchmesser der Triebräder 4 Fuss 6 Zoll, Achsstand 11 Fuss 3 Zoll.

Kessel	innerer (kupferner) Feuerkasten	6 Fuss $11\frac{1}{4}$ Zoll lang,
	„ „ „	4 „ $10\frac{1}{4}$ „ hoch,
	„ „ „	3 Fuss $3\frac{3}{4}$ Zoll und $3\frac{1}{2}$ Fuss weit,
	äusserer (eiserner) Feuerkasten	6 Fuss $3\frac{1}{16}$ Zoll hoch.

Die Decke *EE* des inneren Feuerkastens ist durch 16 Queranker verstärkt und letzterer wieder an 8 Stellen durch Gehänge *D* mit den Scheitelstellen des äusseren Feuerkastens verbunden.

Der gesammte Feuerrost ist dreitheilig, indem *A* (Fig. 277) den Vorverbrennungsrost, *B* den Nachverbrennungsrost und *C* den Schlackenrost bildet und wobei letzterer beweglich gemacht, d. h. zum Umkippen eingerichtet ist. Die totale Rostfläche beträgt 22 Quadratfuss engl.

Der cylindrische Kesseltheil hat 4 Fuss $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und umschliesst 181 Stück messingene Feuerröhren von $1\frac{7}{8}$ Zoll Durchmesser und 14 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll Länge.

Die Heizfläche des Feuerkastens beträgt	97	Quadratfuss engl.
„ „ der Feuerröhren „	1299	„ „
Daher die Totalheizfläche	1396	Quadratfuss engl.

Für den normalen Zustand der Maschine wird eine Dampfspannung von $6\frac{2}{3}$ Atmosph. Ueberdruck vorausgesetzt. Die Coulissensteuerung ist die Allan'sche.

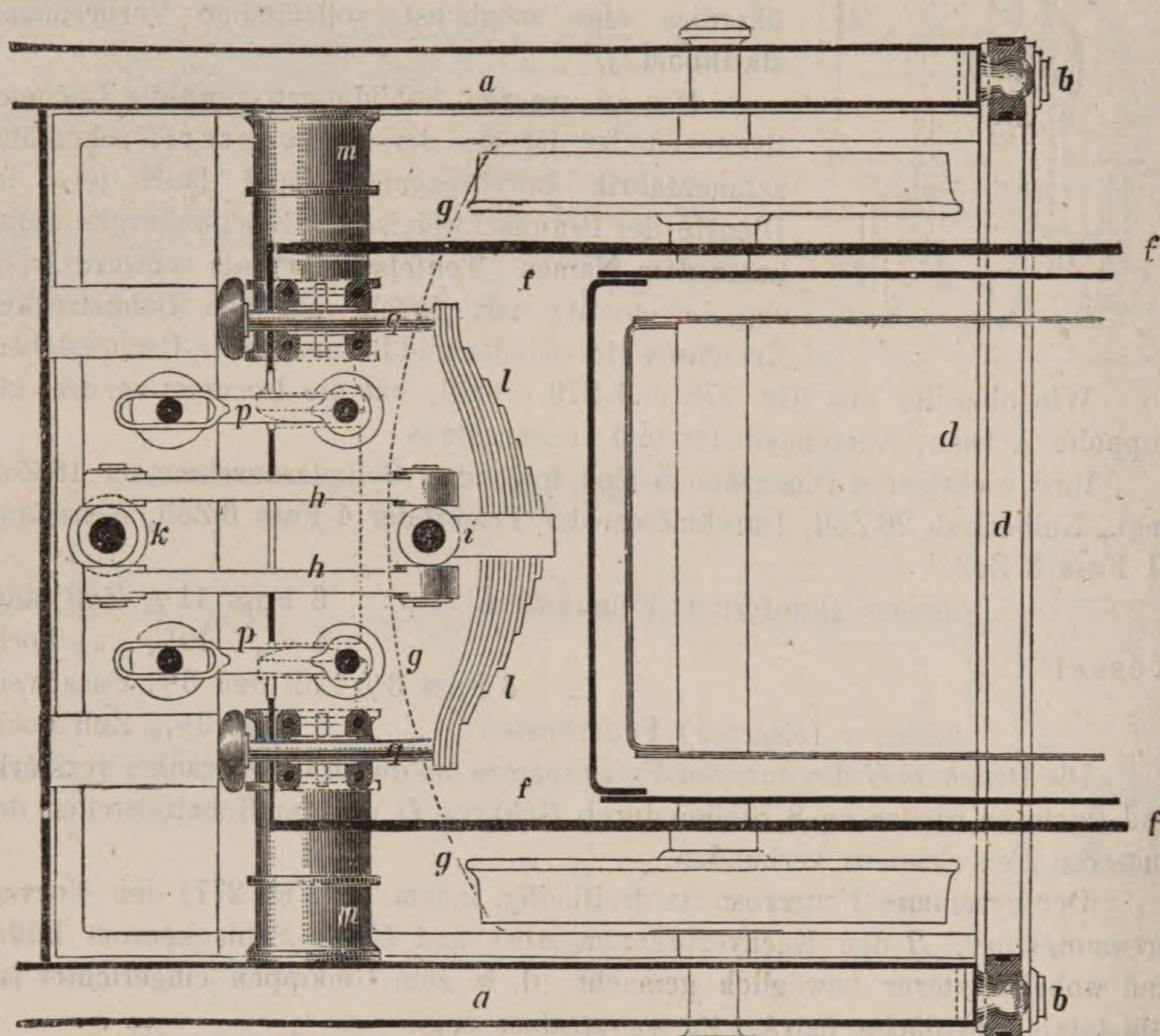
1) Ausführlich bespricht das Locomotivsystem Behne und Kool der Maschinen-Ingenieur Blenkinsop in Braunschweig in Heusinger's Organ u. s. w., Bd. 17 (1862), S. 9.

Die Verbindung des Tenders mit der Maschine ist in folgender, eigenthümlicher Weise angeordnet, wozu das Verständniss durch die im grösseren Maassstabe ($^1/_{24}$ der Wirklichkeit) gezeichneten Detailfiguren 280 bis 282 erleichtert werden wird.

Dabei bezeichnet *aa* den Tenderrahmen. Aus letzterem treten an beiden der Maschine zugekehrten Enden Kugelzapfen *bb* hervor, um gehörig bewegliche Gehänge *bc* (Fig. 281 und 282) aufnehmen zu können.

Unterwärts stehen diese Gehänge entsprechend mit einem Blechrahmen oder einer Doppelschiene (Traverse) *d* in Verbindung, welche unter dem Feuerkasten an einer Stelle befestigt ist, die man am besten aus Fig. 282 erkennt.

Fig. 280.



Hiernach hängt das nicht unterstützte Gewicht des Feuerkastens an den Schienen *cc* und mittelst dieser an dem Tenderrahmen *a*, der wieder durch die erste Tenderachse gestützt wird.

Ausserdem hat man Maschine und Tender in gewöhnlicher Weise verkuppelt. Dies erhellt besonders aus den Detailfiguren 280 und 282, wo die Kuppelkette mit *h*, der Locomotiv-Kuppelbolzen mit *i* und der des Tenders mit *k* bezeichnet ist. Durch die Buchstaben *pp* ist in Fig. 280 die sogenannte Nothkupplung kenntlich gemacht.

Nach Versicherung der Betriebs-Ingenieure[1]) soll das Abhängen des

1) Heusinger's Organ, Bd. 17 (1862), S. 14.

Tenders von der Maschine keine Schwierigkeiten verursachen, indem zur Lösung der Gelenkhängeeisen *bc* die erste Tenderachse durch Nachlassen ihrer Tragfeder nur etwas entlastet zu werden braucht und das Herausziehen eines Bolzens auf jeder Seite der Gehänge *bc* erforderlich ist.

Fig. 281.

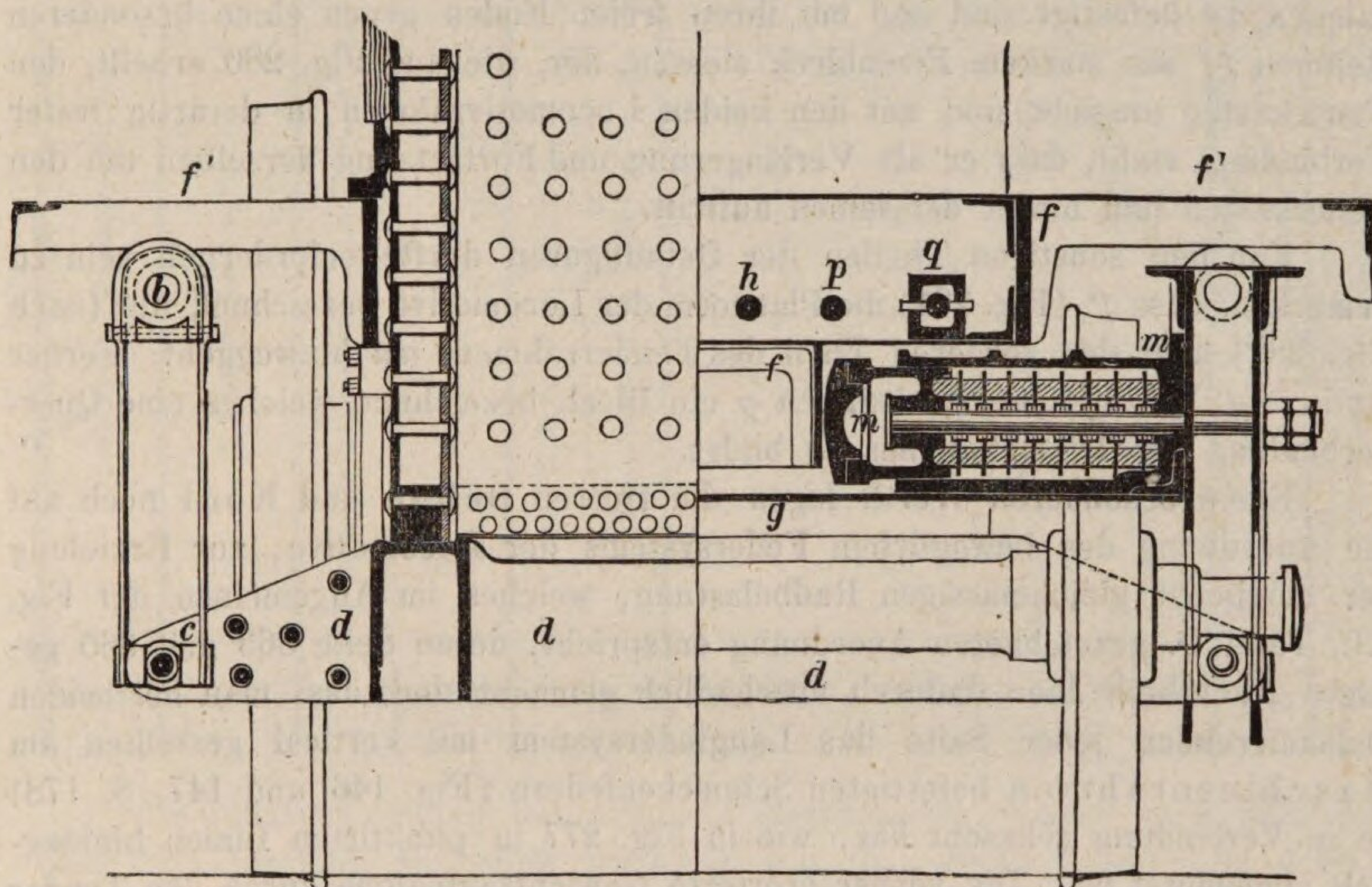
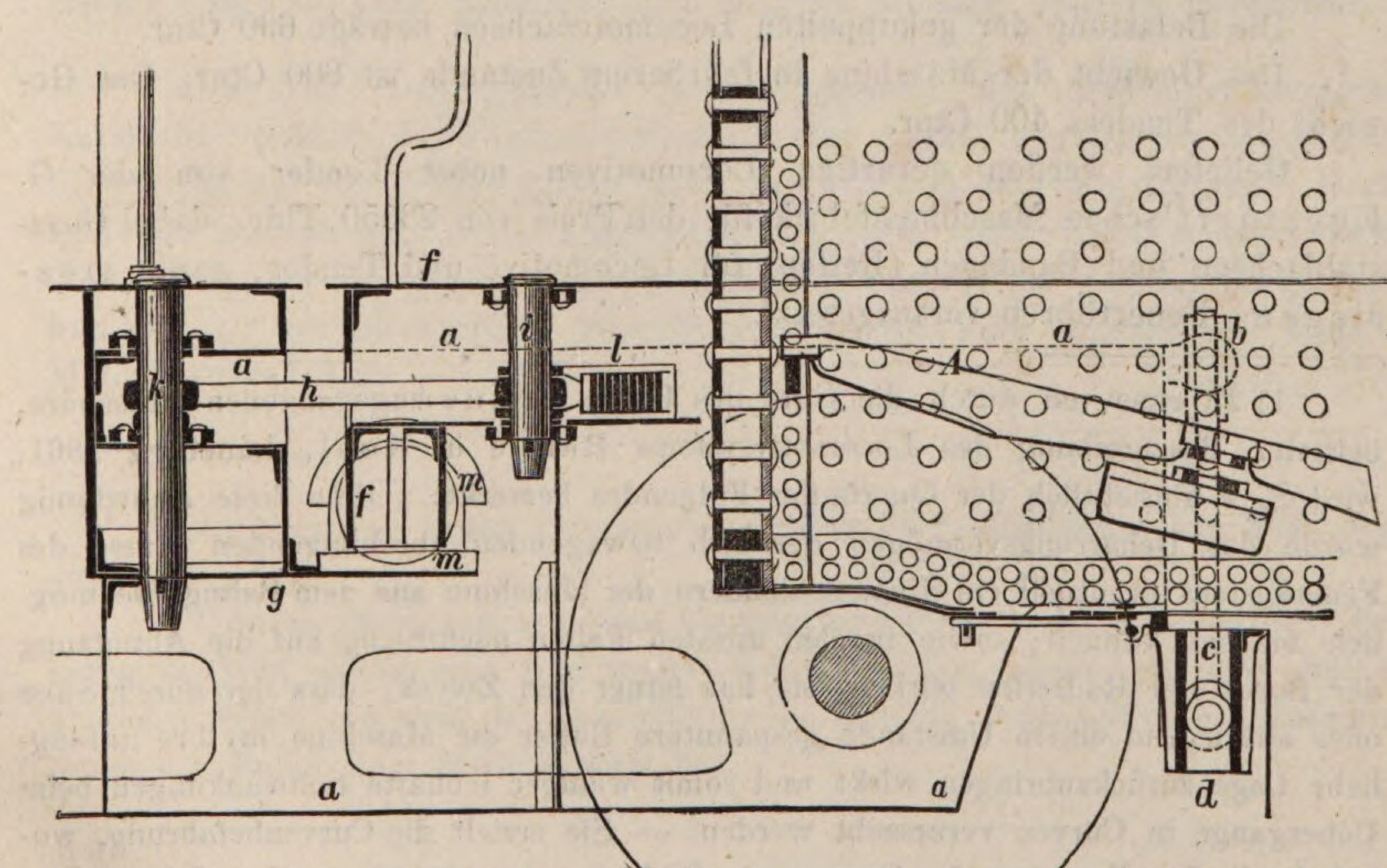


Fig. 282.



Eine andere Eigenthümlichkeit findet sich ferner in der Bufferanordnung, um sowohl Längen- als Querstösse möglichst unschädlich zu machen[1]).

Ersteren wirkt das in Fig. 280 ohne Weiteres verständliche (gewöhnliche) Federbuffer-System *ql* entgegen. Letzteren werden Querbuffer *m* (ähnlich dem S. 212 gezeichneten) entgegengestellt, welche (Fig. 280 und 281) am Tenderrahmen *aa* befestigt sind und mit ihren freien Enden gegen einen besonderen Rahmen *ff* aus starkem Eisenblech stossen, der, wie aus Fig. 280 erhellt, den Feuerkasten umgiebt und mit den beiden Locomotivrahmen in derartig fester Verbindung steht, dass er als Verlängerung und Fortsetzung derselben um den Feuerkasten und hinter demselben auftritt.

Von den sonstigen Theilen der Detailfiguren dürfte erforderlich sein zu bemerken, dass *f'* (Fig. 281) die Plattform der Locomotive bezeichnet, die (nach Fig. 282) über den vorderen Theil des Tenderrahmens *aa* hinweggeht. Ferner ist in Fig. 281 mit dem Buchstaben *g* ein Blech bezeichnet, welches eine Querverbindung der Tenderrahmen *aa* bildet.

Einen besonderen Werth legen die Herren Behne und Kool noch auf die Anordnung des beweglichen Federsystems der Locomotive, zur Erzielung der möglichst gleichmässigen Radbelastung, welches im Allgemeinen der Fig. XI., Tafel D. gezeichneten Anordnung entspricht, deren Seite 363 und 365 gerügte Nachtheile hier dadurch unschädlich gemacht sind, dass man bei beiden Balancierenden jeder Seite das Langfedersystem mit vertical gestellten am Maschinenrahmen befestigten Schneckenfedern (Fig. 146 und 147, S. 178) so in Verbindung gebracht hat, wie in Fig. 277 in punktirten Linien hinlänglich angedeutet ist. Die vorher erörterte Gewichtsaufnahme durch den Tender muss mit dieser Anordnung des Federsystems als in integrirender Verbindung stehend betrachtet werden.

Die Belastung der gekuppelten Locomotivachsen beträgt 690 Ctnr.

Das Gewicht der Maschine in fahrbarem Zustande ist 800 Ctnr. Das Gewicht des Tenders 400 Ctnr.

Geliefert werden derartige Locomotiven nebst Tender von der G. Egestorff'schen Maschinenfabrik für den Preis von 23550 Thlr., dabei Gussstahlachsen und Bandagen (Reifen) für Locomotive und Tender, sowie messingene Feuerröhren vorausgesetzt.

1) In einer mir durch die Güte des Herrn Behne zugegangenen Broschüre, betitelt: Beschreibung des Locomotivsystems Behne u. Kool, Lüneburg 1861, wird S. 7 hinsichtlich der Querbuffer Folgendes bemerkt: „Ohne diese Anordnung würde das Beharrungsvermögen der sich bewegenden überhängenden Masse des Feuerkastens eventuell ein Hinausschleudern der Maschine aus dem Bahngleise möglich machen können; sowie in den meisten Fällen nachtheilig auf die Abnutzung der Borde der Radreifen wirken; sie hat ferner den Zweck, dass der durch Stoss oder aus irgend einem Umstande gespanntere Buffer die Maschine in ihre anfängliche Lage zurückzubringen wirkt und somit weniger lebhafte Schwankungen beim Uebergange in Curven verursacht werden. — Sie erzielt die Curvenbefahrung, wobei die Buffer für schwache Curven als Differenzialbuffer, für stärkere Curven als Führungs- oder Spannbuffer angeordnet werden und wobei der nothwendige Spielraum der Radreifenborde der Mittel- und Hinterachse der Maschine nicht ausser Acht gelassen werden darf.“

Nach gütiger Mittheilung des Herrn Baurath Scheffler in Braunschweig hat die Maschine „Teufelsmauer" (nach dem Systeme Behne-Kool) im (ganzen) Jahre 1866 folgende Betriebsresultate geliefert.

Durchfahrene deutsche Meilen.	Beförderte Achsmeilen [1]).	Durchschnittliche Stärke der Züge in Achsen.	Kohlenverbrauch in Centnern.	Kohlenverbrauch. pro Bahnmeile in Pfunden.	Kohlenverbrauch. pro Achsmeile in Pfunden.	Beförderte Centnermeilen [2]). In den Zügen.	Beförderte Centnermeilen [2]). Von Maschine und Tender.	Beförderte Centnermeilen [2]). In Summa.	Kohlenverbrauch in Pfunden pro 1000 Centnermeilen des Totalgewichtes von Zug und Maschine.	Durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit der Züge ausschliesslich der Aufenthalte auf den Stationen in deutschen Meilen pro Stunde.
5196,6	549633	105,8	13367	257	2,43	49466970	6235920	55702890	24,0	3,25

Als Maximalleistung bei nicht zu ungünstigem Wetter wird bezeichnet, dass die Maschine auf einer Steigung von $^1/_{80}$, deren Länge 1,98 deutsche Meilen betrug, zwischen Holzminden und Stadtoldendorf, 40 Achsen beladener Kohlenwagen und einen Vorläufer, in Summa 43 Achsen, mit der Gesammtbelastung von 6550 Ctnr. hinaufzog und dazu 45 Minuten Fahrzeit gebrauchte.

Zusatz 1. Der gütigen Zuvorkommenheit der Maschinenbauanstalt Karlsruhe verdankt der Verfasser ebenfalls eine Anzahl vorzüglicher und grosser Photographien von Locomotiven ihrer Construction und Ausführung. Nachstehende Tabelle enthält die beigefügten Angaben, welche der Verfasser durch Hinweisung auf vorhergegangene Abbildungen und durch die Rubrik „Bemerkungen" zu vervollständigen gesucht hat. Sämmtliche Dimensionen sind in Metern ausgedrückt.

1) Achsmeile heisst eine Achse (beladen oder unbeladen) eine Meile weit gefahren.

2) Centnermeile heisst einen Centner eine Meile weit fortgeschafft. Beiläufig erwähnt werde noch (für weiter unten folgende Angaben), dass man in ähnlicher Weise von einer Locomotivmeile spricht, wenn sich eine Locomotive durch den Raum einer Meile bewegt hat.

Locomotiven aus der

	Cylinder-Durchmesser.	Kolbenhub.	Triebrad-Durchmesser.	Achsstand.	Feuer-	
					Feuerbüchse.	Röhren.
I. Vierrädrige Maschinen.	M.	M.	M.	M.	Q.-M.	Q.-M.
Disposition wie Fig. 243	0,280	0,534	1,100	2,120	5,71	45,64
Desgl.	0,280	0,540	1,230	2,100	4,43	41,65
Desgl.	0,280	0,460	0,940	2,100	4,10	46,30
II. Sechsrädrige Maschinen.						
Achsendisposition Fig. XI., Tafel A..	0,457	0,610	1,292	3,193	7,50	106,90
Desgl.	0,457	0,610	1,292	3,193	7,60	105,84
Disposition wie Fig. 238	0,450	0,600	1,450	2,00	11,24	98,45
Disposition Fig. XI., Tafel A. .	0,450	0,612	1,524	3,450	5,78	99,26
Disposition Fig. XIII., Tafel B.	0,457	0,686	1,524	3,450	6,71	112,53
Disposition Fig. XIII., Tafel B.	0,432	0,612	1,212	3,450	6,24	100,60
Disposition Fig. XIII., Tafel B.	0,457	0,635	1,212	3,450	7,60	120,60
Disposition Fig. XVI., Tafel B.	0,405	0,558	2,130	3,750	6,00	77,00
Disposition Fig. XVII., Tafel B.	0,405	0,558	1,830	4,50	6,10	87,60

Maschinenfabrik Karlsruhe.

fläche. Total.	Gewicht im dienstlichen Zustande.	Bemerkungen.
Q.-M.		
51,35	23600 Kil. (= 472 Ctnr.)	Horizontalliegende Aussencylinder, gekuppelte Räder (Tender-Locomotiven).
46,08	20000 Kil. (= 400 Ctnr.)	Desgl., jedoch mit Schlepp-Tender.
50,40	17500 Kil. (= 350 Ctnr.)	Desgl., Tender-Locomotive auf der Schiffbrücke über den Rhein, von Maxau bis Maximiliansau.
114,40	34250 Kil. (= 685 Ctnr.)	Horizontale Aussencylinder; Innenrahmen. Achsen-Disposition Fig. XI., Tafel A. (zwei gekuppelte Achsen), auf der Saarbrücker Bahn laufend.
113,44	35000 Kil. (= 700 Ctnr.)	Desgl., für die Rhein-Nahe Bahn und für Saarbrücken geliefert.
109,69	33500 Kil. (= 670 Ctnr.)	Innencylinder, Aussenrahmen. Für die belgischen Staatsbahnen geliefert.
105,04	28900 Kil. (= 578 Ctnr.)	Aussencylinder, Aussenrahmen. Badische Staatsbahnen.
119,24	35600 Kil. (= 712 Ctnr.)	Aussencylinder, Innenrahmen. Badische Staatsbahnen.
106,84	30400 Kil. (= 608 Ctnr.)	Desgl. Badische Staatsbahnen.
128,20	35500 Kil. (= 710 Ctnr.)	Desgl.
83,00	26750 Kil. (= 535 Ctnr.)	Sechsrädrige Crampton. Badische Staatsbahnen.
93,70	28750 Kil. (= 575 Ctnr.)	Maschinen mit vierrädrigem Truck nach Baldwin-Norris. Badische Staatsbahnen.

Zusatz 2. Der k. k. österreichische Rath Herr v. Engerth hat die Güte gehabt, mir ausser mehreren werthvollen geschichtlichen Notizen über

	Lieferungs-Jahr.	Triebräder.		Laufräder.		Kolben.		Siederohre.	
		Anzahl.	Durchm.	Anzahl.	Durchm.	Durchm.	Hub.	Anzahl.	Länge.
			F. Z.		F. Z.	Zoll.	Zoll.		F. Z.
Disposition Fig. 201	1840	2	5 4	4	3 11	12,5	17,5	103	8 3
Disposition Fig. 205	1840	2	4 —	4	2 6	10,25	17	75	7 9
Disposition Fig. 209	1844	2	5 —	4	3 —	12,5	20	78	12 1
Disposition Fig. XIII., Tafel B..	1846	6	4 6	—	—	17	22	182	13 9
Disposition Fig. 241	1855	8	3 9	—	—	17,5	24	158	14 8
Disposition Fig. VI., Tafel A...	1863	4	5 6	6	3 —	16	22	156	14 —
Disposition Fig. 229	1856	6	4 —	4	3 —	17,5	24	180	15 —
Disposition Fig. XVII., Tafel B.	1857	4	5 —	4	—	15	22	156	11 1
Disposition Fig. XIII., Tafel B.	1859	6	4 —	—	—	16,5	24	165	13 —
Disposition Fig. XVII., Tafel B.	1859	4	5 —	4	—	15,6	24	160	13 7
Disposition Fig. XIII., Tafel B.	1865	6	4 —	—	—	16	24	160	13 6
Achsendisposition Fig. 240	1862	2	6 6	4	4 —	15	24	160	14 —
Disposition Fig. XX., Tafel B.	$18\frac{63}{64}$	10	3 2	—	—	17,5	24	158	14 1½

Zusatz 3. Die beigehefteten beiden Tabellen enthalten die vorzüglichsten Abmessungen der Locomotiven, welche sich auf der Pariser internationalen Ausstellung des Jahres 1867 (Classe 63) vorfanden [1]). Beschreibungen und Abbildungen dieser Locomotiven enthalten die unten citirten Werke und

1) Diese Zusammenstellungen sind zwei Actenstücken entlehnt, welche den Mitgliedern des Preisgerichts für Classe 63 der Ausstellung unterbreitet wurden. Die deutsche Uebersetzung besorgte die Redaction der deutschen Ausstellungszeitung.

österreichische Locomotiven auch nachstehende Tabelle zu senden, welche die wichtigsten Abmessungen der vorzüglichsten Maschinen verzeichnet.

Heizfläche. Firebox.	Heizfläche. Siederohr.	Heizfläche. Totale.	Rostfläche.	Gewicht im dienstfähigen Zustande.	Bemerkungen.
Q.-F.	Q.-F.	Q.-F.	Q.-F.	Z.-Ctn.	
44,6	424	468,6	—	—	Erste österreichische Locomotive „Patria", 1840 von Baillie in den Werkstätten der Nordbahn ausgeführt.
30,8	304,2	335	7,9	300	Vier Maschinen nach Norris, von (Haswell) der Maschinenfabrik der Gloggnitzer Gesellschaft ausgeführt.
43	489	532	—	—	Personenzugs-Locomotive „Meidling", von Haswell 1844 ausgeführt.
66,5	1292,5	1359	13,9	500	Lastzugs-Locomotive „Fahrfeldt", ebenfalls von Haswell ausgeführt.
67	1213	1280	12	636	Berg-Locomotive „Wien-Raab", von derselben Fabrik zur Pariser Ausstellung von 1855 gesandt.
72	1143	1215	15	960	System Engerth für Personenzüge.
82	1418	1500	14,5	930	System Engerth für Lastzüge.
66	966	1032	11	548	Locomotiven mit Pendelgestell (System Haswell u. Baillie).
80	1120	1200	17	—	Lastzugs-Locomotiven der Südbahn mit aussenliegenden Cylindern und mit aussenliegender Steuerung.
73	1102	1175	13,8	572	Postzugs-Locomotiven der Südbahn mit aussenliegender Steuerung und mit vierrädrigem Truck.
74	1146	1220	14	600	Lastzugs-Locomotive der Carl-Ludwigs-Bahn mit innenliegender Steuerung.
78	1172	1250	14	660	Eilzugs-Locomotiven der Staats-Eisenbahngesellschaft.
73	1157	1230	14	848	Berg-Locomotiven, speciell für die Steyerdorfer Kohlenbahn.

Zeitschriften [1]). Zum besseren Verständniss schickt der Verfasser jeder Tabelle einige Notizen voraus, wodurch, soweit hier möglich, die fehlenden Abbildungen ersetzt werden sollen.

1) Lacroix, Etudes sur l'exposition de 1867, 6. Fascicule, p. 1. Mit vielen Abbildungen auf lithographirten Tafeln. — Colburn, Engineering, hauptsächlich an folgenden Stellen des Jahrgangs 1867: French, Belgian and German Locomotives, Vol. 3, Nr. 62 (p. 224), Nr. 63 (p. 252), Nr. 64 (p. 278), Nr. 66 (p. 308),

I. Französische Maschinen.

1) Disposition Fig. X., Tafel A. Horizontale Aussencylinder, Aussenrahmen. Nur in Zeichnungen ausgestellt. (Soll nach Sinclair ausgeführt sein.)

2) „ Fig. 243. Horizontale Aussencylinder, Aussenrahmen.

3) „ Fig. XII., Tafel A. Innencylinder und Innen- und Aussenrahmen. (Die hintere oder Laufachse liegt unter dem Feuerkasten.)

4) „ Desgleichen. Wie bei Nr. 3 liegen auch hier die Triebräder ausserhalb, die Laufräder innerhalb des Rahmens.

5) „ Fig. XI. Aussencylinder und Innenrahmen.

6) „ Fig. XIII., Tafel B. Horizontale Aussencylinder und Innenrahmen.

7) „ Fig. XIII., Tafel B. Horizontale Innencylinder, Aussenrahmen. Dampftender mit sechs gekuppelten Rädern.

8) „ Fig. XIII., Tafel B. Horizontale Aussencylinder, Aussenrahmen. (Stahlkessel aus Petin's Werken.)

9) „ Fig. 241. Horizontale Aussencylinder und Innenrahmen.

10) „ Fig. 241. (System „Fives-Lille".) Aussencylinder, Innenrahmen. Hinterachse unter dem Feuerkasten.

11) „ Fig. 283. (System „Forquenot".) Aussencylinder, Innenrahmen für die drei Vorderachsen, Aussenrahmen für die beiden Hinterachsen (unter dem Feuerkasten).

12) „ Fig. XXIII. (System „Gouin-Petiet"), bereits S. 336 ausführlich beschrieben.

13) „ Fig. 243. Horizontalcylinder, Aussenrahmen, Innenrahmen.

14) „ Fig. XIV., Tafel B. Tendermaschine, geneigte Aussencylinder.

15) „ Fig. 228. (System „Krauss-Fell", S. 307 und 339.) Abbildungen in Colburn's Engineering, Vol. 3, p. 284.

II. Nicht französische Maschinen.

1) Disposition Fig. V., Tafel A. Jedoch gekuppelte Achsen, Innencylinder, und Aussenrahmen.

2) „ Fig. X., Tafel A. Jedoch die Hinterachse unter dem Feuerkasten (letzterer nach Belpaire). Innencylinder, Aussenrahmen.

3) „ Fig. XIII., Tafel B. Etwas schräg liegende Innencylinder und Aussenrahmen.

4) „ Fig. XIX. System „Vaessen-Bissel" (S. 356 bereits erörtert).

5) „ Fig. XIV., Tafel A. Etwas geneigte Innencylinder, Aussenrahmen.

und Nr. 67 (p. 358); ferner Nr. 69 (p. 416) Stephenson's Locomotive, Nr. 70 (p. 443) Creusot (Schneider) Locomotives, Nr. 72 (p. 495) Kitson Locomotive. Vol. 4, Nr. 82 (p. 72) sechs verschiedene Locomotiven, englische, französische, belgische, deutsche; Vol. 4, Nr. 83 (p. 90) Vaessen's Tank-Locomotive (bereits S. 356 erwähnt). Am ausführlichsten besprochen und mit Abbildungen begleitet wird diese Maschine in den Mémoires de la Société des Ingénieurs civils 1864, p. 293 und in Colburn's Engineering, Vol. 4, 1867, p. 89.

ıternationalen Ausstellung von 1867.

emischte Züge.				Für Bergwerke.		Tender-maschine für Mittelschiene (System Fell).
i.	Nord.	Orléans.	Nord. Mit vier Cylindern.	Typus Blanzy.	Commentry.	
›elte r.	8 gekuppelte Räder.	10 gekuppelte Räder.	12 gekuppelte Räder.	4 gekuppelte Räder.		Mont-Cenis.
omp.	Cail u. Comp.	Ivry.	E. Gouin u. Comp.	Creusot.		E. Gouin u. Comp.
	2,200	1,828	1,880	0,616	1,084	1,080
	1,000	1,132	1,600	0,486	0,582	0,863
	2,200	2,070	3,000	0,300	0,6308	0,932
	{1,320 {1,035	{1,480 {1,100	{1,296 {1,053	0,920	1,170	0,110
	2,660	2,690	3,235	0,280	2,425	0,977
	249	280	275	73	98	159
	4,100	5,000	2,500	1,780	2,600	2,921
	0,046	0,045	0,051	0,035	0,040	0,0335
		{0,00175				

(*Zu Rühlmann, Maschinenlehre, III., S.* 398 *u.* 399.)

internationalen Ausstellung von 1867.

Oesterreich. Sigl. Locomotive für Schnellzüge.	Oesterreich. Sigl. Locomotive für Güterzüge.	Oesterreich. K. K. pr. Südbahn-Gesellsch. Berg-Locomotive.	Vereinigte Staaten von Nord-Amerika. Grant.	Gross-Britannien. Stephenson.	Gross-Britannien. Kitson.	Gross-Britannien. Lilleshall.	Gross-Britannien. H. Hughes.
1,100	1,638	1,471	1,690	1,219	1,296	—	0,940
1,080	1,110	0,891 0,010	—	1,057	1,043	—	0,730
1,310	1,818	1,400	—	1,289	1,347	1,670	0,6862
1,380	1,516	1,340 1,209	—	1,486	1,120 1,372	—	1,060
1,640	2,812	1,740	—	—	1,698	—	—
150	220	158	142	161	140	186	100
4,300	4,724	4,425	3,327	3,454	3,305	3,400	—
0,050	0,0465	0,049	0,0508	aussen 0,051	0,045	0,0444	aussen 0,051
0,003	0,00225	0,002	—	—	0,00325 0,0025	0,0016	—

6) Disposition Fig. XI., Tafel A. und Fig. 220 (S. 294). Horizontal liegende Aussencylinder und Aussenrahmen.
7) „ Fig. X., Tafel A. Horizontalliegende Aussencylinder und Innenrahmen.
8) „ Fig. 243. Desgleichen. Jedoch mit Gussstahlkessel (S. 343).
9) „ Fig. X., Tafel A. Etwas geneigte Aussencylinder und Innenrahmen.
10) „ Fig. XIII., Tafel B. Horizontalliegende Aussencylinder und Aussenrahmen.
11) Personenzug-Locomotive, Disposition Fig. XI., Tafel A.; Lastzug-Locomotive, Disposition Fig. 241 (beide System „Hall").
12) Disposition Fig. XX., Berglocomotive (Steyerdorf S. 357).
13) „ Fig. 244. System „Eastwick & Harrison".
14) „ Fig. VII., Tafel A. Innencylinder. Doppelrahmen (aussen und innen).
15) „ Fig. X., Tafel A. Horizontalliegende Innencylinder und Doppelrahmen.
16) „ Desgl., jedoch die Innencylinder etwas geneigt. Doppelrahmen.
17) „ Fig. III., Tafel A. Etwas geneigte Aussencylinder. Innenrahmen.

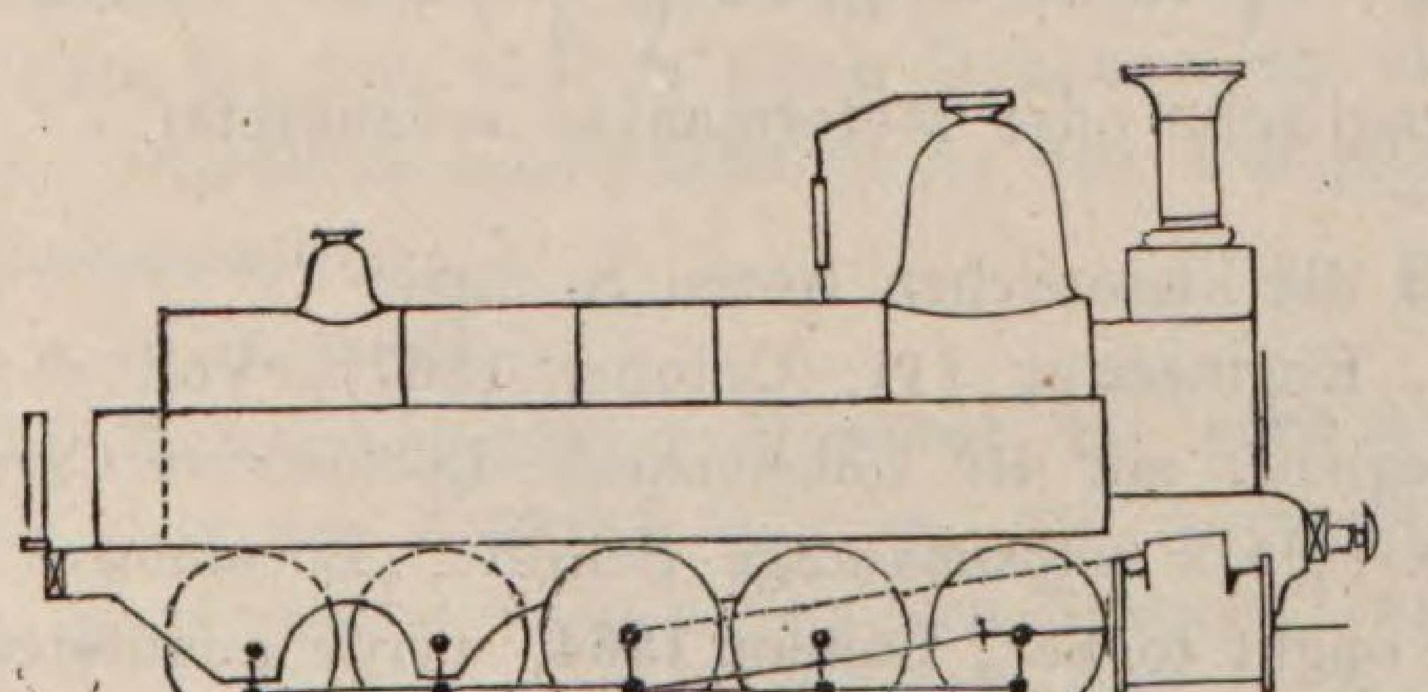
Ausführlichere Beschreibungen sind im Gebiete der deutschen Literatur bis jetzt (Ende November 1867) nur von Heusinger von Waldegg in dessen Organ Bd. 4, Heft 6 von 1867, S. 231 u. s. w. erschienen.

Unter den ausgeführten (nicht bloss in Zeichnungen vorhandenen) Maschinen fand sich keine, welche ein wesentlich neues, im Vorhergehenden nicht besprochenes System repräsentirt hätte. Hinsichtlich der bereits vorausgegangenen Abbildungen konnten alle in den Tabellen aufgenommenen Maschinen nachgewiesen werden, mit alleiniger Ausnahme einer zehnrädrigen, welche in der Tabelle I. mit Nr. 11 bezeichnet wurde und die (von Forquenot construirt) aus den Werkstätten der Paris-Orléans-Eisenbahn zu Ivry als schwere Tender-Maschine hervorgegangen ist.

Indem der Vollständigkeit wegen hier in Fig. 283 eine Skizze dieser Maschine nachgeliefert wird, ist hervorzuheben, dass die beiden Hinterachsen unter dem Feuerkasten liegen und dass die drei vorderen Achsen ein etwas bewegliches Gestell mit Innenrahmen bilden.

Mit der mittleren Achse (als Triebachse) sind die übrigen durch Kuppelstangen mit Kuppelgelenken verbunden. Der cylindrische Kessel ist aus Stahl-

Fig. 283.



blech gefertigt. Die Wasserkasten hat man zu beiden Seiten des Kessels an den Laufrahmen angebracht.

Mehrere der ausgestellten Maschinen waren mit höchst beachtenswerthen Details versehen und zeigten darin viele wesentliche Verbesserungen, hinsichtlich welcher jedoch auf die bereits citirten detaiilirteren Beschreibungen (von Heusinger, Lacroix, Colburn etc.) verwiesen werden muss.

Bemerkenswerth war es, dass den meisten Besuchern der Pariser Ausstellung und selbst speciellen Fachmännern die bereits wiederholt erwähnte Maschine des belgischen Ingenieurs Vaessen[1]) mit den (vortheilhaft) veränderten Bissel'schen vierrädrigen Trucks mehr oder weniger unbekannt geblieben war. Von derartigen Maschinen sollen (von der Société St. Léonard in Lüttich ausgeführt) bereits zwei auf der spanischen Isabellenbahn und zwei auf der Lüttich-Limburger Eisenbahn zur Zufriedenheit im Gebrauche sein.

Schliesslich werde nur noch Fairlie's Projecte und namentlich einer zwölfrädrigen Güter- und Berglocomotive gedacht, die mit noch anderen in Paris in verschiedenen Zeichnungen ausgestellt war, und welche der Maschinen- und Achsendisposition nach an Thouvenot's Locomotive (Fig. XXII., Tafel B., S. 339) erinnerte, der allerneuesten Gestaltung nach aber über den Röhrenkesseln mit Personencoupées versehen ist[2]).

§. 28.

Bewegende Arbeit des Dampfes in den Cylindern und am Umfange der Triebräder einer Locomotive.

Die vom Wasserdampfe in den Cylindern einer Locomotive auf die Kolben und weiter auf die Triebräder übergetragene mechanische Arbeit lässt sich mit gehöriger Sicherheit nur mit Hülfe von Indicator-Diagrammen (Bd. 1, S. 468) und gleichzeitigen entsprechenden Geschwindigkeitsmessungen (unter Verwendung angemessener Hubzähler (Bd. 1, S. 109) ermitteln.

Bezeichnet dann p_1 die durch den Indicator erhaltene mittlere Dampfpressung (über den Atmosphärendruck gemessen) im Cylinder, d den Durchmesser eines der beiden Kolben, l den Hub der letzteren, v die Kolbengeschwindigkeit pro Secunde, so erhält man, wenn N die Zahl der Maschinenpferdekräfte bezeichnet, welche der resultirenden Arbeit entsprechen:

$$\text{I.} \quad \begin{cases} 550\ N = p_1 \,.\, 2 \left(\frac{d^2 \pi}{4}\right) v, \\ 75\ N = p_1 \,.\, 2 \left(\frac{d^2 \pi}{4}\right) v, \end{cases}$$

je nachdem man englische oder Metermaasse voraussetzt.

1) S. 356 und die literarischen Noten S. 398.

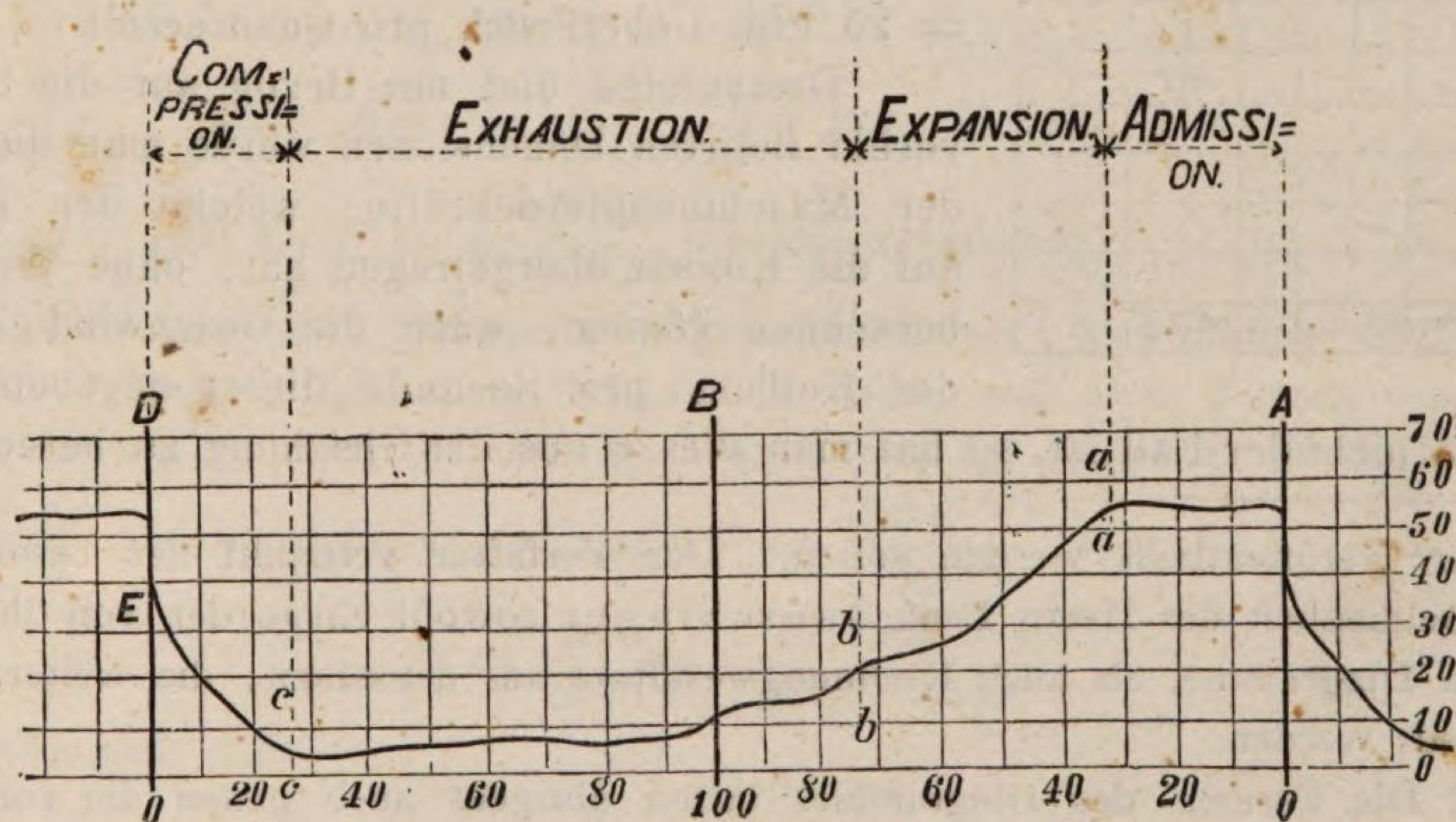
2) Colburn, Engineering (11. October 1867), Vol. 4 (Nr. 93), p. 342. Mit Abbildungen begleitet mit der Ueberschrift: Locomotive Carriage for mountain railways. Auch Fairlie's selbstständige Schrift: „Locomotive Engine what they are and what they ought to be", London 1864, werde mindestens der Vollständigkeit wegen erwähnt.

Hinsichtlich der bei Locomotivdampfmaschinen zur Zeit benutzten Indicatoren ist noch zu erwähnen, dass diese, je nach ihrer Einrichtung, entweder continuirliche Diagramme oder wiederkehrende (geschlossene) Diagramme liefern.

Instrumente ersterer Gattung wurden u. A. in England von Gooch[1]), in Deutschland von Welkner[2]) zur Ermittlung der effectiven Pressung des Dampfes für jede Stellung des Kolbens, sowie zur Gewinnung von Aufschlüssen über die Dampfwirkung überhaupt benutzt, während ebenfalls in England u. A. Clark[3]) mit Mac Naught's Indicator und Bauschinger[4]) mit dem Richard'schen Indicator sogenannte wiederkehrende Diagramme entnahmen.

Fig. 284 ist die Copie eines der von Welkner bei der hannoverschen Locomotive Nr. 100 entnommenen Indicatordiagramme, in der Hälfte der Grösse gezeichnet, welche das Instrument direct ergeben hat.

Fig. 284.



1) Clark, Railway-Machinery, Vol. 1, p. 63. Daselbst finden sich Abbildungen und Beschreibung des von Gooch benutzten Indicators. Der Papierstreifen wird hier mit der gleichförmigen Winkelgeschwindigkeit des Triebrades bewegt, wonach die Ordinaten der Diagramme auf der Abscissenachse in solchen Intervallen zu stehen kommen, dass sie der beschleunigten oder verzögerten Bewegung des Kolbens entsprechen. Der beschreibende Stift bewegt sich im Kreisbogen.

2) Welkner, Die Locomotive. Bei diesem Instrumente wird der Papierstreifen vom Kreuzkopfe einer der Kolbenstangen aus bewegt, während der beschreibende Stift (wie bei dem Morin'schen Dynamometer Bd. 1, S. 159) gerade Linien aufzeichnet. Hierdurch erhält man direct den Dampfdruck im Cylinder für die jedesmalige Kolbenstellung.

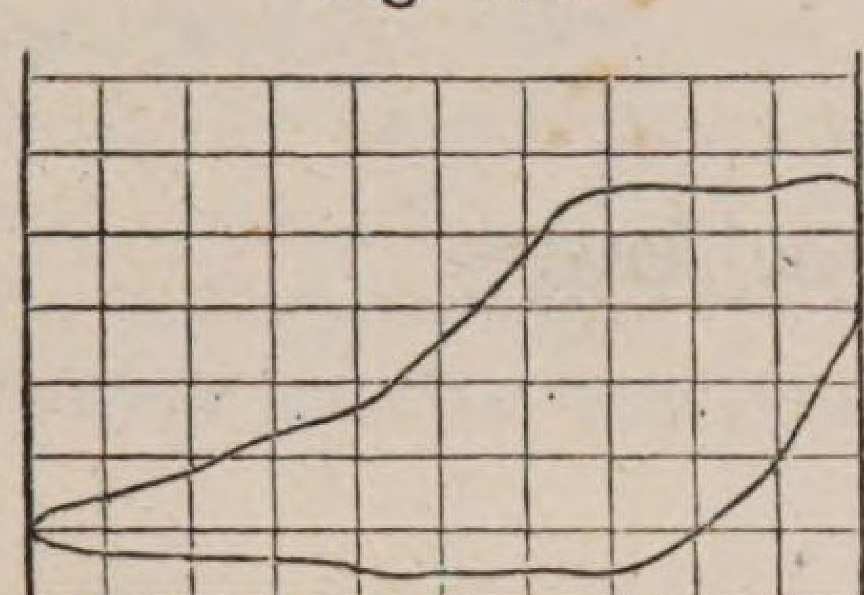
3) Clark, a. a. O. p. 65.

4) Herr Prof. Bauschinger in München hat eben so zahlreiche wie vollständige Versuche über die Zugkraft u. s. w. von Locomotiven auf bayerischen Eisenbahnen unter gleichzeitiger Verwendung von Dampfindicatoren, Dynamometern und Hubzählern angestellt, deren Resultate nächstens in Bornemann's „Civil-

Die betreffende Maschine (Disposition XI., Tafel A.) hat Aussencylinder von 15 Zoll (engl.) Durchmesser, 24 Zoll Kolbenhub und vier gekuppelte Triebräder von 5 Fuss Durchmesser. Das Gewicht der Locomotive nebst Tender, beide in dienstfähigem Zustande, betrug 35 Tonnen engl. (à 2240 Pfd. = 20 Ctnr. engl.). Das Diagramm wurde beschrieben, als die Maschine auf horizontaler Bahn eine Bruttolast von 85 Tonnen mit 3 geographischen Meilen (= 13,83 englischen Meilen = 22,26 Kilometer) Geschwindigkeit pro Stunde zog, der Dampfüberdruck im Kessel 90 Pfd. pro Quadratzoll engl. betrug und das Steuerungshändel auf dem ersten Zahn (S. 290) nach vorwärts lag[1]). Uebrigens ist zu beachten, dass das Diagramm an der Vorderseite des Kolbens entnommen wurde.

Zur besseren Uebersicht ist das Diagramm in Fig. 285 als geschlossenes, d. h. als in sich zurücklaufende Figur gezeichnet.

Fig. 285.



Aus jeder der beiden Figuren entnimmt man die mittlere effective Dampfpressung zu 36 — 11 = 25 Pfd. Ueberdruck pro Quadratzoll.

Demzufolge und mit Bezug auf die bereits vorher notirten Dimensionen würde man die Zahl der Maschinenpferdekräfte, welche der Dampf auf die Kolben übergetragen hat, ohne Weiteres berechnen können, wäre die Geschwindigkeit v des Kolbens pro Secunde direct gegeben. Da letzteres nicht der Fall ist, so hat man dies v aus der Gleichung zu berechnen:

ingenieur" veröffentlicht werden sollen. Der Verfasser verdankt der besonderen Zuvorkommenheit des Herrn Prof. Bauschinger sowohl einige der von ihm erhaltenen Diagramme, als auch Rechnungsresultate aus denselben, die weiter unten mitgetheilt werden.

1) Die Formen des Diagrammes lassen übrigens auch genau die sonstigen Vorgänge im Cylinder erkennen. Während des Dampfeintritts (der Admission), der Absperrung (Expansion), des Ausströmens (der Exhaustion) und endlich während der Zeit, wo durch das Voreilen des Schiebers (Bd. 1, S. 439) das Abströmen des gebrauchten Dampfes verhindert wird, d. h. während des Zusammendrückens (der Compression), in allen diesen Stationen der Bewegung giebt das Diagramm Auskunft über die Gleichförmigkeit der Arbeit, die Genauigkeit des Wechsels und die Einflüsse, welche Steuerungsorgane, Querschnittsverhältnisse der Ein- und Austrittscanäle des Dampfes u. s. w. ausüben. So zeigt das obige Welkner'sche Diagramm, von der Ordinate OA ausgehend, welche dem Beginn des Hubes entspricht, dass die Eintritts- oder Admissionsperiode bei aa endet, also 32 Proc. vom Kolbenhube andauert, und während dieser Zeit der Dampf nahezu die constante Pressung von 55 Pfd. Ueberdruck pro Quadratzoll besitzt, dass sich die Expansionsperiode bis bb erstreckt, während 41 Proc. des Kolbenweges statthat oder bei 73 Proc. eines ganzen Kolbenweges endet und endlich die Exhaustionsperiode die noch übrigen 27 Proc. Kolbenweg umfasst. Nachdem der Kolben die Ordinate 100 B erreicht hat, beginnt er den Rückgang, wobei die Exhaustion bis zu cc stattfindet, d. h. 73 Proc. vom Kolbenwege beträgt und wobei die Dampfspannung bis auf 6 Pfd. Ueberdruck herabgeht. Bei cc beginnt die Compression des eingeschlossenen Dampfes, welche so lange währt, bis durch das Voreilen des Schie-

$$\text{II.}\quad v = \frac{2l}{D\pi} V^{1}),$$

wenn V die Zuggeschwindigkeit pro Secunde, l den Kolbenschub, D den Triebraddurchmesser bezeichnet und $\pi = 3{,}14$ ist.

Rechnet man eine geographische Meile = 24335 Fuss engl., so ergiebt sich:

$$V = \frac{24335 \,.\, 3}{3600} = 20{,}28 \text{ Fuss}$$

und weil $d = 15$ Zoll, $l = 24$ Zoll $= 2$ Fuss und $D = 5$ Fuss beträgt, nach II.:

$$v = \frac{2 \,.\, 2}{5 \,.\, 3{,}14} \,.\, 20{,}3 = 5{,}166 \text{ Fuss}$$

pro Secunde. Daher zufolge I. (S. 400):

$$550\, N = 25 \,.\, \frac{3{,}14}{2} (15)^2 \,.\, 5{,}166,$$

woraus in runder Zahl folgt:

$$N = 82.$$

Verbindet man II. mit I., so folgt:

$$\text{III.}\quad N = p_1 \frac{d^2 l V}{550 \,.\, D} \text{ für engl. Maasse, oder}$$

$$\text{III a.}\quad N = p_1 \frac{d^2 l V}{75 \,.\, D} \text{ für Metermaasse.}$$

Des bequemen Rechnens wegen drückt man gewöhnlich (für Deutschland) V in geographischen Meilen, l in Zollen und D in Fussen aus, und erhält demnach, wenn V^1 die Geschwindigkeit des Zuges in deutschen Meilen pro Secunde bezeichnet, weil dann $V = \frac{24335\, V^1}{3600}$ ist:

$$N = \frac{p_1 d^2}{550 \,.\, D} \,.\, \frac{l}{12} \,.\, \frac{24335\, V^1}{3600},$$

woraus sich ergiebt:

$$\text{IV.}\quad N = \frac{p_1 d^2 l V^1}{976 \,.\, D}.$$

Rechnet man das vorige Beispiel nach dieser Formel, so findet sich

$$N = \frac{25 \,.\, (15)^2 \,.\, 24 \,.\, 3}{976 \,.\, 5},$$

d. i., ebenfalls wieder in runder Zahl:

$$N = 82.$$

Die beiden folgenden Diagramme verdanke ich der besonderen Güte des Herrn Professor Bauschinger in München, dessen höchst beachtenswerther (Indicator mit gleichzeitigem Dynamometer) Versuche an Locomotiven der bayerischen Staatsbahnen bereits oben gedacht wurde.

bers neuer Dampf eintritt, die Admission des frischen Dampfes das rasche Aufsteigen des Schreibstiftes nach D veranlasst hat und der neue Anhub des Kolbens beginnt. Weiteres wurde bereits S. 290 mitgetheilt.

1) Bezeichnet man nämlich die Zeit mit t, während welcher die Triebräder U mal umlaufen, so hat man:

$$v = \frac{2lU}{t} \text{ und } V = \frac{D\pi U}{t},$$

woraus ohne Weiteres obige Gleichung folgt.

Das Diagramm Fig. 286 ist der Maschine „Ampfing" entnommen, welche auf der Bahnstrecke München-Augsburg läuft, deren Dimensionen in nachstehender Tabelle verzeichnet sind und die mit Stephenson'scher Coulissen-

Fig. 286.

Geschw.: 85 Touren = 5,7 Fuss engl. des Kolbens. Regulator offen, Blasrohr offen, Kesselspannung 116 Pfd.

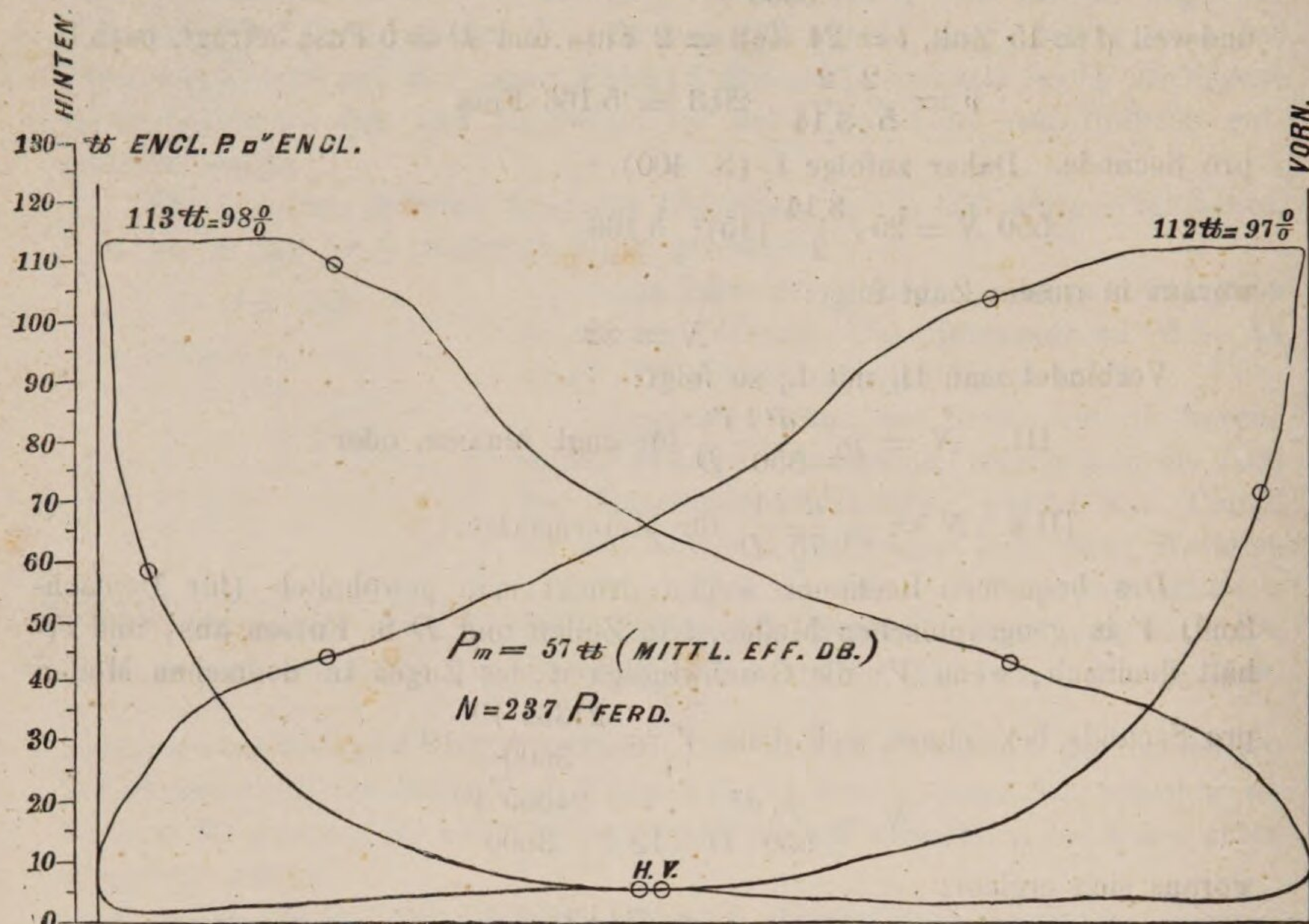
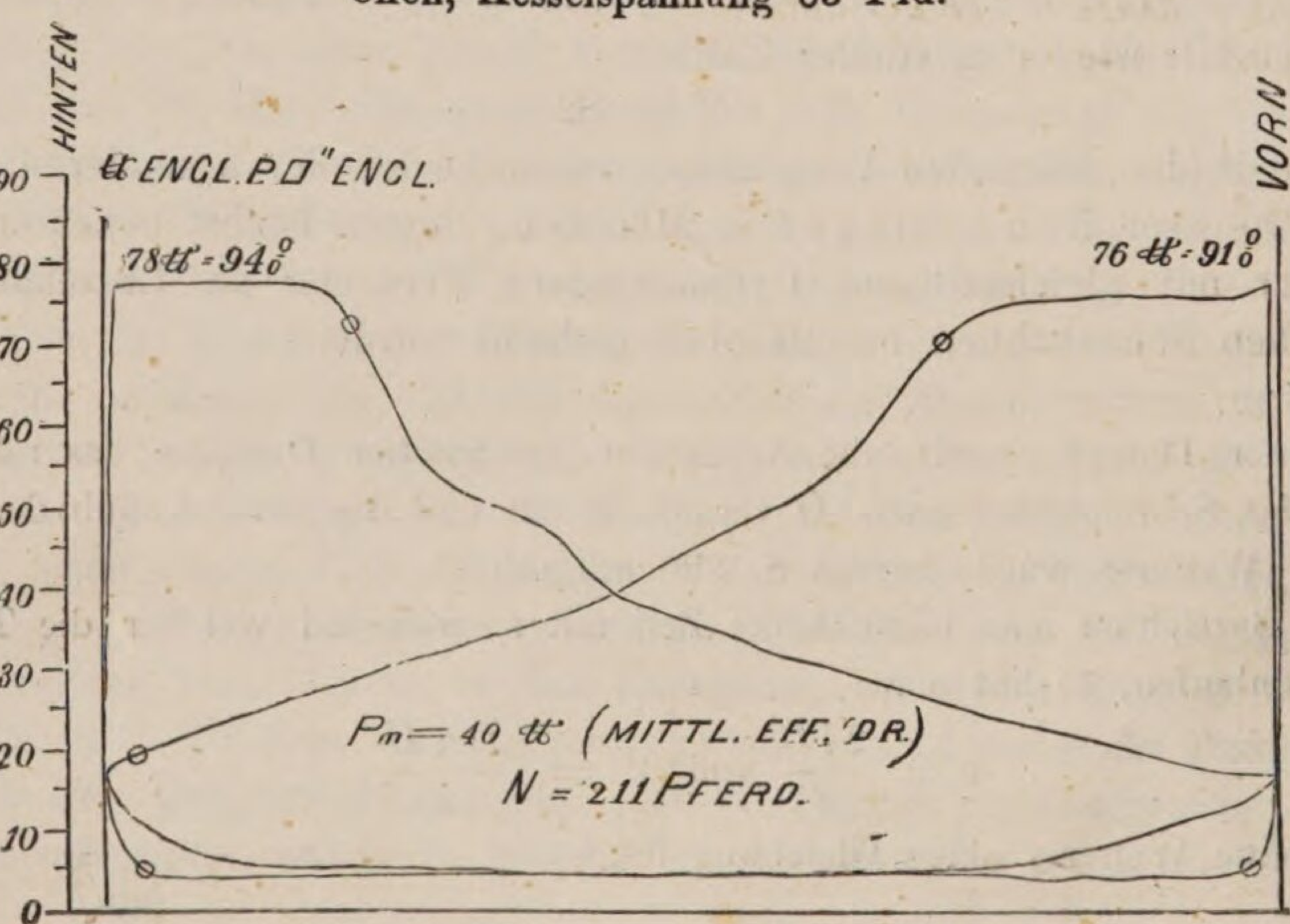


Fig. 287.

Geschw.: 134 Touren = 8,2 Fuss engl. des Kolbens. Regulator offen, Blasrohr offen, Kesselspannung 83 Pfd.



steuerung ausgestattet ist, während das Diagramm Fig. 287 bei der Locomotive „Kufstein“ (Bahnstrecke Augsburg-Kempten) erhalten wurde. Die Dimensionen der letzteren Maschine finden sich gleichfalls in nachfolgender Tabelle,

Fig. 288.

Stephenson'sche Steuerung.

Schieber mit Hülfseinströmung.

(2. Zahn; Füllungsgrad hinten 0,19, vorn 0,27.)

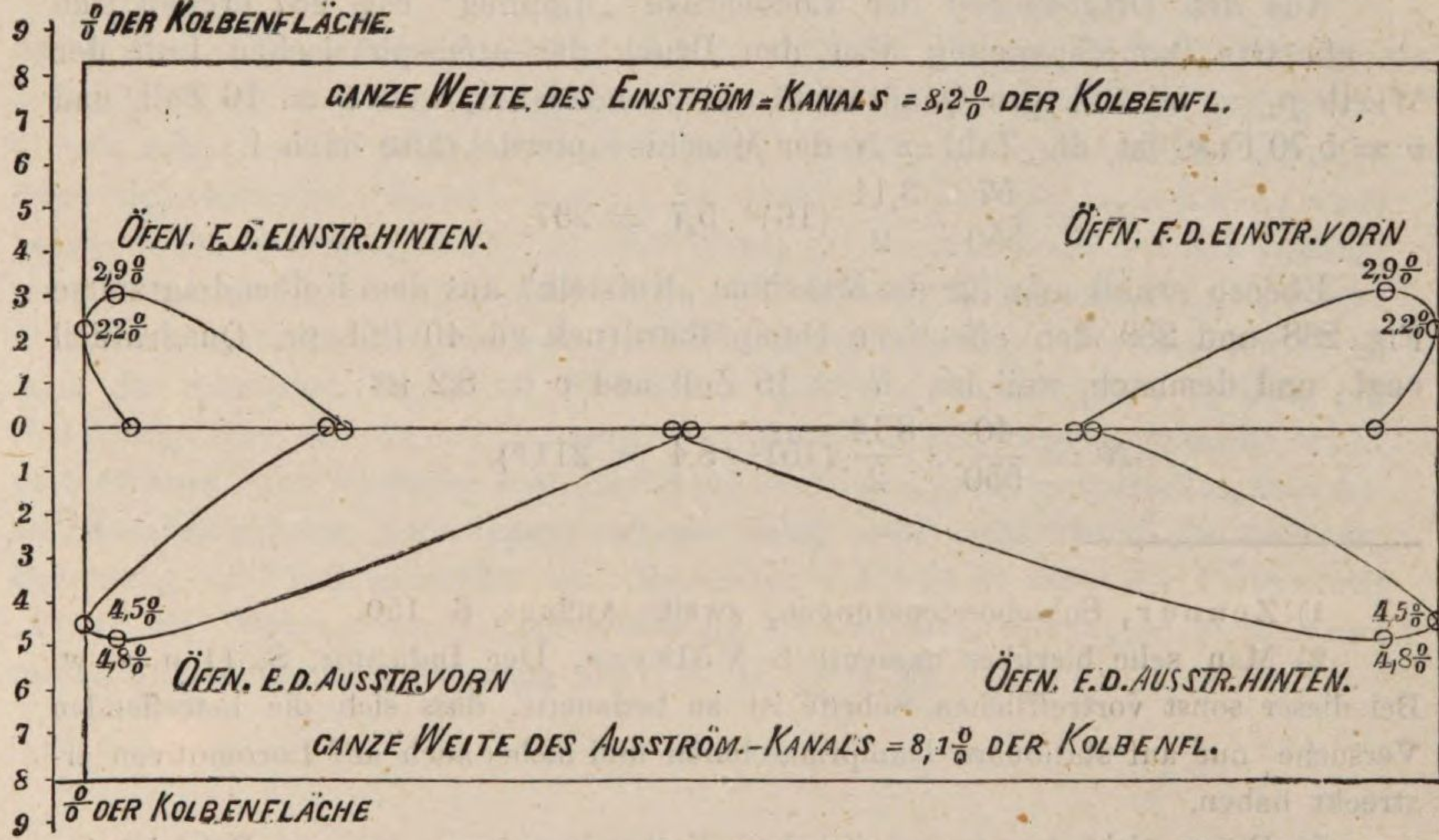
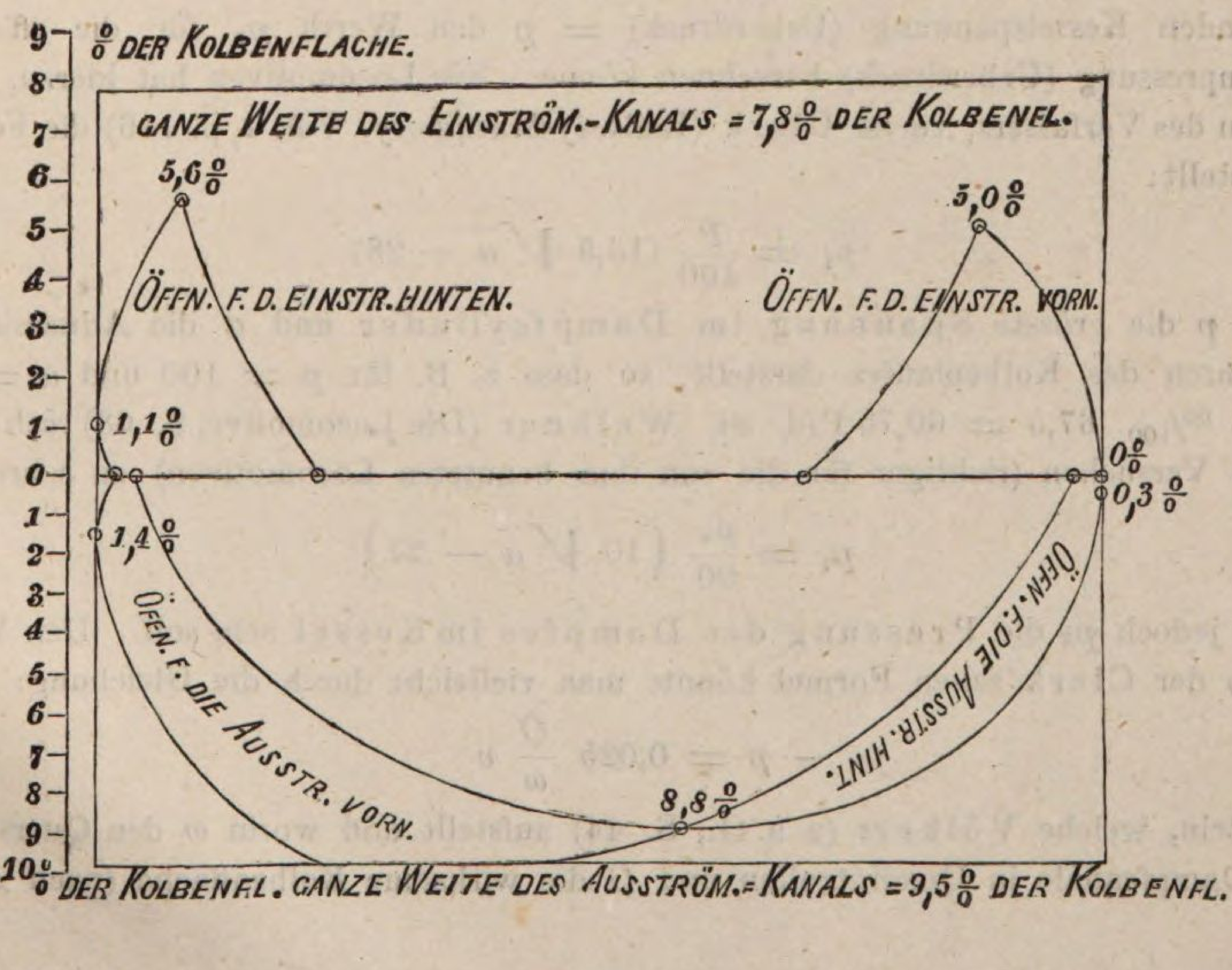


Fig. 289.

Meyer'sche Steuerung.

Füllungsgrad: hinten 0,22, vorn 0,29.



wozu noch bemerkt werden mag, dass hier die sogenannte Meyer'sche Steuerung (Bd. 1, S. 446)[1]) in Anwendung gebracht ist.

Herr Professor Bauschinger hat diesen (Kolben-) Diagrammen noch die sogenannten Dampfvertheilungsdiagramme (Schieberdiagramme) beigefügt, welche für jede Stelle des Kolbenhubes die Eröffnung der Dampfcanäle in wirklicher Grösse als Abscisse giebt und wozu die Ordinaten in Procenten der Kolbenfläche aufgetragen sind. Eine genaue Beurtheilung der Kolbendiagramme wird eigentlich erst durch die Schieberdiagramme möglich gemacht[2]).

Aus den Diagrammen der Locomotive „Ampfing" Fig. 287 ergiebt sich als effective Dampfspannung über den Druck der atmosphärischen Luft der Werth $p_1 = 57$ Pfd. pro Quadratzoll engl., und daher, weil $d = 16$ Zoll, und $v = 5{,}70$ Fuss ist, die Zahl $= N$ der Maschinenpferdekräfte nach I.:

$$N = \frac{57}{550} \cdot \frac{3{,}14}{2} (16)^2 . 5{,}7 = 237.$$

Ebenso erhält man für die Maschine „Kufstein" aus dem Kolbendiagramme Fig. 288 und 289 den effectiven Dampfüberdruck zu 40 Pfd. pr. Quadratzoll engl., und demnach, weil hier $d = 15$ Zoll und $v = 8{,}2$ ist:

$$N = \frac{40}{550} \cdot \frac{3{,}14}{2} (15)^2 . 8{,}4 = 211$$ [3]).

1) Zeuner, Schiebersteuerungen, zweite Auflage, S. 150.

2) Man sehe hierüber namentlich Völkers, Der Indicator, S. 11 u. s. w. Bei dieser sonst vortrefflichen Schrift ist zu bedauern, dass sich die betreffenden Versuche nur auf stationäre Dampfmaschinen und nicht auch auf Locomotiven erstreckt haben.

3) Da es nicht immer möglich ist, Kolbendiagramme von im Betriebe befindlichen Locomotiven zu entnehmen, so lag der Wunsch sehr nahe, eine Formel zu gewinnen, mittelst welcher man aus entsprechenden Dimensionsverhältnissen, wie z. B. die Admissions- und Expansionsgrösse, und aus der am Manometer abzulesenden Kesselspannung (Ueberdruck) $= p$ den Werth p_1 für die effective Kolbenpressung (Ueberdruck) berechnen könne. Für Locomotiven hat hierzu, nach Wissen des Verfassers, zuerst Clark (Railway-Machinery, Vol. 1, p. 116) die Formel aufgestellt:

$$p_1 = \frac{p}{100} (13{,}5 \sqrt{a} - 28)$$

worin p die grösste Spannung im Dampfcylinder und a die Admission in Procenten des Kolbenlaufes darstellt, so dass z. B. für $p = 100$ und $a = 50$, $p_1 = {}^{90}/_{100} . 67{,}5 = 60{,}75$ Pfd. ist. Welkner (Die Locomotive, S. 68) räth nach seinen Versuchen (richtiger für die von ihm benutzten Locomotiven) zu schreiben:

$$p_1 = \frac{p_k}{90} \left(10 \sqrt{a} - 22\right)$$

worin jedoch p_k die Pressung des Dampfes im Kessel sein soll. Den Werth von p der Clark'schen Formel könnte man vielleicht durch die Gleichung:

$$p_k - p = 0{,}025 \frac{O}{\omega} v$$

ermitteln, welche Völkers (a. a. O., S. 44) aufstellt und worin ω den Querschnitt der Dampfcanäle in Quadratzollen und O die wirksame Kolbenfläche (nach Abzug

Die Werthe für N in nachstehender Tabelle entsprechen stets den Resultaten einer grossen Anzahl von Indicatordiagrammen und fortlaufenden Erhebungen über Dampfdruck, Geschwindigkeit u. s. w., weshalb es Herrn Professor Bauschinger auch nicht möglich war, mir die Copie eines Diagrammes dieser Versuchstabelle zu Gebote zu stellen.

Sämmtliche Maasse sind englische, die Gewichte Zoll-Pfunde und Zoll-Centner.

des Kolbenstangenquerschnittes) bezeichnet. Man sehe übrigens auch bei Völkers a. a. O., S. 68 das Capitel: „Spannungsdifferenz der Cylinder". Da jedoch die Clark'sche Formel jeder wissenschaftlichen Basis entbehrt, so dürfte gerathen sein, sich derartiger Formeln nur im äussersten Nothfalle zu bedienen, sonst entweder die Gleichungen Bd. 1, S. 462 (Note) zu benutzen, oder aus den bekannten Abmessungen der Dampfmaschine und der Coulissensteuerung ein Zeuner'sches Diagramm zu zeichnen und mit Hülfe von Reulaux'schen Formeln (worin die Acte der Admission, Expansion, Exhaustion und Compression u. s. w. gehörig berücksichtigt sind) die von den Locomotivdampfmaschinen geleistete mechanische Arbeit zu berechnen. Der Verfasser kann hierbei die Bemerkung nicht unterdrücken, dass dieser Reulaux'schen Berechnungsmethode bisher wohl nicht überall die verdiente Beachtung zu Theil geworden ist. Reulaux's Arbeit ist unter der Ueberschrift „Ueber die Wirkung der Dampfvertheilung bei Coulissensteuerungen" in Bornemann's Civilingenieur, Jahrgang 1857, S. 46 zu finden.

Name der Locomotive.	Eisenbahn, woselbst die Locomotive im Betriebe ist.	Cylinder-durchmesser. (Englische Maasse.)	Kolbenhub. (Englische Maasse.)	Triebrad-durchmesser. (Englische Maasse.)		Zahl der Triebräder.	Füllungsgrad (Dampfadmission) in den Cylindern.	Kolbengeschwindigkeit pro Secunde.	Maschinen-Pferdekräfte.	Totale Heizfläche.	Verhältniss der Feuerkasten-Heizfläche zur totalen.	Maschinengewicht.	Verbrauch pro Stunde und pro Pferdekraft. Wasser.	Verbrauch pro Stunde und pro Pferdekraft. Heiz-material.	Zuggeschwindigkeit pro Stunde mit Einrechnung des Aufenthaltes auf den Stationen.
		Zoll.	Zoll.	F.	Z.			Fuss.		Q.-F.		Z.-C.	Z.-P.	Cubikfuss.	Geogr. M.
Ampfing	München-Augsburg.	16	24	5	2	4	0,38	5,6	244	1025	1 : 11,8	590	25,4	0,74 Torf.	2,7
Neue Ampfing	Kempten-Augsburg.	16	24	5	2	4	0,33	9,8	216	1025	1 : 11,8	590	23,8	0,48 Torf.	5,4
														Pfd.	
Lichtenfels ..	Neumarkt-Bamberg.	$12^{15}/_{16}$	22	5	2	2	0,52	10,4	214	681	1 : 13	390	27,7	5,0 Steinkohle.	5,7
Walchensen .	Kitzing-Würzburg-Fürth.	18	26	4	6	6	0,33	6,8	330	1172	1 : 13,1	674	28,4	?	2,7
														Cubikfuss.	
Kufstein	Augsburg-Kempten.	15	22	5	6	2	0,25	8,9	164	$732^1/_2$	1 : 13	440	30,4	0,66 Torf.	5,4
														Pfd.	
Ottov.Guerike	Nürnberg-Bamberg.	16	24	4	9	4	0,34	8,4	128	$885^1/_2$	1 : 11,2	593	33,9	6,4 Steinkohle.	5,3
Wasserträdingen	Lichtenfels-Neumarkt.	15	24	4	5	4	0,52	6,7	233	715	1 : 10	512	34,5	6,8 Steinkohle.	2,1
Immenstedt ..	Stockheim-Hochstadt.	$12^1/_4$	20	5	—	2	0,47	6,6	160	504	1 : 8,5	306	33,8	5,5 Steinkohle.	2,5

§. 29.

Widerstände und widerstehende Arbeit beim Fortschaffen eines Eisenbahnzuges.

Im vorhergehenden Paragraphen wurde ausschliesslich die bewegende Arbeit einer Locomotive erörtert, während hier die widerstehende Arbeit, d. h. diejenige in Betracht gezogen werden soll, welche die Locomotive beim Fortschaffen eines Bahnzuges zu überwinden hat und die aus den verschiedenen Bahnwiderständen (Zapfen- und rollender Reibung, Steigungs- und Curven-Widerständen etc.), dem Widerstande der atmosphärischen Luft in der Bewegungsrichtung und aus zufälligen Einwirkungen, beispielsweise Unvollkommenheiten der Eisenbahn sowie der Fuhrwerke selbst und verhältnissmässig starkem Seitenwinde bestehen.

Bei sehr langsamer Bewegung eines Eisenbahnzuges auf gerader Strecke wird der Widerstand, welcher sich dem geraden Fortlauf der Fuhrwerke entgegenstellt und demnach die zu dessen Ueberwindung erforderliche Kraft durch dieselben Formeln (S. 116) dargestellt, welche für die Zugkraft der Wagen auf gewöhnlichen Strassen entwickelt wurden. Der Unterschied ist nur der, dass bei Eisenbahnfuhrwerken der Widerstand der rollenden Reibung der geringste und der der Zapfenreibung der grösste ist, während bei den gewöhnlichen Strassenfuhrwerken der genau entgegengesetzte Fall statthat. Fasst man beide Reibungsarten in der Form eines sogenannten Widerstandscoefficienten m (S. 117) zusammen, so ergeben die neuesten Versuche für gute Eisenbahnen und eben solche Fuhrwerke $m = {}^1/_{600}$ bis ${}^1/_{500}$ und noch weniger, während nach S. 118 für gute Chausséen $m = {}^1/_{40}$ war, der Zugwiderstand auf Eisenbahnen also 12 bis 15 Mal (und mehr) kleiner ist als auf guten Chausséen.

Der Zugwiderstand auf Eisenbahnen vergrössert sich dagegen erheblich durch den Luftwiderstand in der Zugrichtung bei einigermaassen schneller Fahrt, ferner beim Durchlaufen von Curven (Bahnkrümmungen) besonders des Umstandes wegen, weil die Wagenräder auf den betreffenden Achsen festgekeilt sind (S. 159, 189 und 214), wodurch ein nachtheiliges Schleifen (sogenannte gleitende Reibung) der R a d u m f ä n g e, ferner Seitenreibung durch das Anlegen der R ä d e r s p u r k r ä n z e an die Bahnschienen entsteht. Auch durch die Unebenheiten der Schienen und ihre mehr oder weniger unvollkommene Verbindung, durch die Form

der Schienen und durch Seitenwind kann der Zugwiderstand mehr oder weniger vergrössert werden [1]).

Bei Vorhandensein so vieler Umstände, welche auf die Zugkraft eines Eisenbahntrains einwirken können, lag es in der Natur der Sache, dass man sich von der Zeit an, wo die Eisenbahnen für den grösseren Verkehr eine Bedeutung erlangten, mit der Anstellung von Beobachtungen und Versuchen beschäftigte, um erforderliche Kenntnisse über die Beschaffenheit und Grösse dieser Bewegungswiderstände zu erlangen.

Die ersten beachtenswerthen Versuche scheint Grimshaw, Besitzer eines Steinkohlenbergwerks bei Sunderland, angestellt [2]) zu haben, und zwar fand derselbe aus dem Herablaufen der Wagen von schiefen Ebenen den Widerstandscoefficienten für die combinirte Zapfen- und rollende Reibung zu $m = 1/_{258}$. Mit Hülfe von Feder-Dynamometern stellten 1818 Nicolas Wood und Georg Stephenson Versuche auf der Killingworth-Bahn an, wodurch das vorher erwähnte m im Mittel $1/_{223}$ oder die Zugkraft zum Fortschaffen einer jeden engl. Tonne (à 2240 Pfd.) Totalbelastung zu ungefähr 10 Pfd. gefunden wurde. Aus Versuchen von Lardner [3]) ergab sich am Ende der zwanziger Jahre $m = 1/_{300}$ circa oder die zum Fortschaffen einer jeden Tonne Totallast erforderliche Zugkraft wurde im Mittel zu $7 1/_2$ Pfd. veranschlagt.

Die zahlreichsten und umfangreichsten Versuche stellte Pambour bald nach Anfang der dreissiger Jahre an, die er in seinem 1836 in erster Auflage erschienenen berühmten, noch heute brauchbaren Werke über Dampfwagen auf Eisenbahnen [4]) veröffentlichte und wobei sich die mittlere Reibung der Bahnwagen, ohne Luftwiderstand, in gerader Strecke zu 6 Pfd. pro Tonne, also $m = 6/_{2240} = 1/_{373}$ herausstellte [5]).

1) Der Widerstand ansteigender Bahnstrecken versteht sich von selbst, sowie auch einleuchtet, dass Anzahl, Grösse und Umfangsgestalt der Räder, die Achsstände der letzteren, Art und Anordnung der Federn und die Schwerpunktslagen des ganzen Wagens, wie des auf den Federn ruhenden Baues von Einfluss auf die Zugkraft sein müssen.

2) N. Wood's Eisenbahnkunde, deutsch von Köhler (1839), S. 248. Eine Zusammenstellung älterer Versuchsresultate findet sich in Barlow's Encyclopaedia of arts, manufactures and machinery, Nr. 297, p. 243.

3) Lardner, Popular lectures on the steam engine, London 1828 und in deutscher Uebersetzung, nach der 5. Auflage, bei Volkmar in Leipzig 1836, S. 173.

4) A practical treatise on locomotive engines upon railways; with practical tables, and an appendix, showing the expense of conveying goods, by locomotive engines on railroads. Deutsch bearbeitet nach der zweiten Auflage von Schnuse, Braunschweig 1841. Die Angabe von $m = 1/_{373}$ findet sich in letzterem Werke S. 100.

5) Zur Berechnung des Totalwiderstandes $= W$, welcher sich der Bewegung des Trains und der Locomotive längs der Bahnschienen entgegenstellt, gab Pambour (S. 148 a. a. O.) folgende Gleichung:

Zur Bestimmung letzterer Zahl aus Versuchen bediente sich Pambour nur beiläufig eines Dynamometers, sonst ausschliesslich zweier auf einander folgender geneigter Ebenen (einer Eisenbahnstrecke), wovon die Neigung der zweiten Ebene so gering war, dass die combinirte Wirkung der Reibung und des Luftwiderstandes einen sich selbst überlassenen Train auf letzterer Ebene zum Stillstand brachte.

Pambour hebt bei der Kritisirung und in Bezug auf Anwendung der von ihm gewonnenen Resultate selbst hervor[1]), dass sie eigentlich nur für solche Wagen als gültig betrachtet werden können, als die sind, womit er seine Versuche anstellte, d. h. für Wagen mit Rädern von 3 Fuss Durchmesser, Achsschenkeln von $1^3/_4$ Zoll Durchmesser, demselben Lagermateriale, gleichen Schmiermitteln, wo ferner das Verhältniss der Nutzlast zum Wagengewichte (S. 198 und 242) dasselbe ist, u. dgl. m. Mit der Veränderung der genannten Dimensionen, Betriebsmittel und Verhältnisse, der nach und nach hinzutretenden Verwendung von Schmiedeeisen an der Stelle des Gusseisens, des Stahles als Ersatz des Schmiedeeisens und Grössenveränderung der verschiedenen Bahnfuhrwerke, musste, noch ganz abgesehen von etwaigen Zweifeln an der Genauigkeit der angestellten Versuche, offenbar der Wunsch entstehen, wiederholte Beobachtungen und Versuche vorzunehmen.

Besonders beachtenswerth sind in dieser Beziehung die 1838 und 1839 von der British Association angestellten Experimente[2]), ferner die, welche man 1844 und 1845 auf der sogenannten atmosphärischen Eisenbahn zwischen Kingstown und Dalkey (Irland) unternahm und die 1845 von den sogenannten Gauge-Commissioners[3]) (zur Entscheidung über die Vortheile der Eisenbahnen mit den Spurweiten von 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll und beziehungsweise 7 Fuss) in das Werk gesetzt wurden, endlich die Versuche der englischen Ingenieure Harding und

$$W = (1 + \delta)\left\{6\,Q + \frac{2240}{e}\,(Q + q) + uv^2\right\} + F,$$

wobei die betreffenden Buchstaben folgende Bedeutung haben: Q = Gewicht des Wagenzuges (einschliesslich des Tenders) in engl. Tonnen, $\frac{1}{e}$ die Bahnansteigung, q das Gewicht der Locomotive ebenfalls in engl. Tonnen, v die Fahrgeschwindigkeit in engl. Meilen (à 5280 Fuss engl.) pro Stunde. Der Buchstabe u bezieht sich auf den Luftwiderstand und bestimmt sich dessen Werth aus der Gleichung $u = 0{,}002687\,.\,A$, wo A die Grösse der widerstehenden Flächen bezeichnet und gesetzt wurde A = 70 Quadratfuss + 10 Quadratfuss mal der Anzahl der vorhandenen Wagen, Locomotive und Tender inbegriffen (also bei 31 Bahnwagen der widerstehende Querschnitt $A = 70 + 33\,.\,10 = 400$ Quadratfuss). Weiter ist $\delta = {}^1/_7$ die durch die Ladung verursachte Zunahme der Maschinenreibung. Endlich bezeichnet F die Reibung der Locomotive allein, wofür Pambour im Mittel 15 Pfd. pro Tonne, also $2^1/_2$ Mal soviel als die Reibung der Bahnwagen setzte. Genauer $F = (7\,.\,q + 48)$ Pfd. oder $F = (7\,.\,q + 59)$, je nachdem die Räder der Locomotive frei oder gekuppelt sind.

1) Dampfwagen (deutsche Uebersetzung), S. 102.

2) Institution of Civil-Engineers, Vol. 5, Session 1846, p. 369.

3) Ebendaselbst, p. 389.

Scott Russel, letztere unter Benutzung der damals bekannt gewordenen Morin'schen Zug-Dynamometer (Bd. 1, S. 159).

Aus allen diesen Versuchen construirte Scott schliesslich eine Formel für den Zugwiderstand, welche unter dem Namen Harding's Formel (dem Verfasser des unten citirten Aufsatzes) bekannt ist[1]).

Ungeachtet einer interessanten tabellarischen Zusammenstellung, aus welcher erhellen sollte, wie sehr die Scott-Harding'sche Formel mit der Erfahrung übereinstimmte[2]), konnte man sie nicht von dem Vorwurfe frei sprechen, dass in ihr, bei Berechnung des Luftwiderstandes, bloss die Stirnfläche des vordersten Wagens und nicht, wie es sein sollte und wie es Pambour machte, auch die Anzahl Wagen des Trains in Betracht gezogen war.

Noch andere beachtenswerthe (dynamometrische) Versuche stellte 1847 Gooch auf der Bristol and Exeter Bahn (von 7 Fuss Spurweite) an[3]), deren Resultate sich in Clark's Locomotivwerke zusammengestellt finden und aus welchen sich Sewell bemühte, eine passende Formel aufzustellen[4]).

Sewell's Formel wurde nicht mit Unrecht der Vorwurf gemacht[5]), dass der Luftwiderstand nicht dem Volumen des Zuges proportional sein könne, sowie auch, dass die der ersten Potenz der Fahrgeschwindigkeit proportional gesetzten Widerstände, welche die Bahnunebenheiten und die schlängelnden Bewegungen der Wagen darstellten, zu klein in Rechnung gebracht wären.

Eine Hauptfrage, nämlich die nach den Vortheilen der breitspurigen (siebenfüssigen) englischen Bahnen über die schmalspurigen (4 Fuss $8^1/_2$ Zoll), wurde

1) Bezeichnet W den Totalwiderstand in englischen Pfunden unter Voraussetzung einer geraden, horizontalen Bahnstrecke, T das Gewicht des betreffenden Wagenzuges (ohne Hinzurechnung der Locomotive) in engl. Tonnen, V die Zuggeschwindigkeit in engl. Meilen pro Stunde und A die Zahl der Quadratfusse der Stirnfläche des vorderen Wagens, so sollte sein:

$$\frac{W}{T} = 6 + \frac{V}{3} + \frac{0{,}0025\, A\, V^2}{T}.$$

Harding, „On the resistance to railway trains at different velocities", im bereits citirten fünften Bande der Institution of Civil-Engineers, p. 405. Ueber Harding's Formel sehe man auch Heusinger's Organ, Bd. 9 (1854), S. 144 und Bd. 10, S. 78.

2) A. a. O., p. 400.

3) Minutes and proceedings of the institution of Civil-Engineers, Vol. 7 (1848), p. 292; Observations on the resistances to railway trains at different velocities. By Daniel Gooch.

4) Nach Tredgold's Werke „Locomotive and Stationary Engine". Neueste Ausgabe von J. Weale, jedoch ohne Jahrzahl (wahrscheinlich 1860), S. 53 ist die Sewell-Gooch Formel, unter Beibehaltung der Harding'schen Bezeichnungen und wenn L das Locomotivgewicht nebst Tender in engl. Tonnen, sowie B das Volumen des Zuges in engl. Cubikfussen bezeichnet:

$$W \text{ Pfd.} = T\left(6 + \frac{V}{15}\right) + L\left(5 + \frac{V}{2} + 0{,}00004\; T V^2\right) + 0{,}00002\, B V^2.$$

5) Clark, Railway-Machinery, Vol. 1, p. 298, in der Note, und Redtenbacher, Die Gesetze des Locomotivbaues, S. 8.

auch durch die Versuche von Gooch nicht ganz bestimmt entschieden, obwohl sich herausstellte, dass die Zugwiderstände der breitspurigen Bahn unter sonst gleichen Umständen geringer waren[1]).

Später stellte Clark auf mehreren schottischen Eisenbahnen (von schmaler Spurweite) Versuche über die Zugwiderstände an und zwar in der Weise, dass er (wie später Welkner und Bauschinger, S. 401) mit Hülfe des Mac Naught'schen Indicators an der den Zug fortschaffenden Locomotive Dampf- (Kolben-) Diagramme entnahm und aus der dadurch gefundenen mittleren Dampfspannung im Dampfcylinder den Bahnwiderstand pro Tonne ermittelte[2]).

Aus diesen und den bereits gedachten Versuchen von Gooch leitete Clark für den Totalwiderstand eines Zuges (Locomotive, Tender und Train inbegriffen) pro Tonne die (bereits S. 265 citirte) Formel ab:

$$\left(8 + \frac{V^2}{171}\right) \text{ Pfund engl.}^{3)},$$

wenn V die Geschwindigkeit in englischen Meilen pro Stunde bezeichnet.

Mit Beachtung des Widerstandes, um welchen eine Bahncurve von ϱ Fuss Krümmungshalbmesser die Zugkraft vermindert, nach den Schätzungen englischer Ingenieure[4]), sowie unter Voraussetzung einer Bahn-Ansteigung von

1) Clark, a. a. O. p. 300 (Chapiter VII.): Comparison of train resistances on the broad and narrow guages 7 feet, and 4 feet $8^1/_2$ inches.

2) A. a. O. p. 298 (Chapitre III.). Man sehe auch weiter unten.

3) Clark, Railway-Machinery, Vol. 1, p. 297.

4) Ebendaselbst, p. 301 und Drysdale in der Institution of Civil-Engineers, Vol. 15 (1856), p. 349; On steep gradients of railways, p. 355. Nach Clark würde für das Glied $\left(1 + \frac{300}{\varrho}\right)$ nur $\left(1 + \frac{200}{\varrho}\right)$ zu setzen sein, so dass sich bei $\varrho = 1000$ Fuss der Gesammtwiderstand um 20 Proc. vergrösserte. Neueren Erfahrungen entspricht die oben angenommene Grösse bei Weitem besser. Fink (Heusinger's Organ 1866, S. 72) will sogar $\left(1 + \frac{600}{\varrho}\right)$ noch angemessen finden. Noch besser sehe man, was hierüber bei Gelegenheit der Redtenbacher'schen Formeln gesagt ist. Für die Semmeringbahn rechnete Drysdale, a. a. O. p. 355 wie nachstehend, wobei $T = 165$ Tonnen, $V = 11,4$ engl. Meilen, die Steigung $\sin. \alpha = {}^3/_{40}$ und $\varrho = 600$ Fuss ist:

$$\frac{Z}{T} = 8\left(1 + \frac{300}{600}\right) + \frac{130}{171} + \frac{2240}{40} = 12 + 0,76 + 56 = 68,76 \text{ Pfd.};$$

also, weil $T = 165$:

$$Z = 68,76 \,.\, 165 = 11400 \text{ Pfd.}$$

Da sich die Fahrgeschwindigkeit in Fussen pro Secunde berechnet zu $V_1 = \frac{5280 \,.\, 11,4}{3600} = 16,72$ Fuss, so erhält man für die von der Locomotive zu entwickelnden Maschinenpferdekräfte:

$$N = \frac{11400 \,.\, 16,72}{550} = 345 \text{ in runder Zahl.}$$

Mit der berechneten Zugkraft von 11400 Pfd. würde man auf der horizon-

α Grad Neigungswinkel, lässt sich hiernach für die Zugkraft Z (in engl. Pfunden) parallel der Bahn setzen, wenn T in englischen Tonnen gegeben ist:

$$Z = T\left[\left(8 + \frac{V^2}{171}\right)\left(1 + \frac{300}{\varrho}\right) + 2240 \sin. \alpha\right]$$

Für die Grösse der widerstehenden Arbeit erhält man sodann, wenn V_1 die Zuggeschwindigkeit in englischen Fussen bezeichnet:

$$Z V_1 = T\left[\left(8 + \frac{V^2}{171}\right)\left(1 + \frac{300}{\varrho}\right) + 2240 \sin. \alpha\right] V_1.$$

In Maschinenpferdekräften (à 550 Fusspfund engl.) ausgedrückt, also:

$$N = \frac{Z V_1}{550}.$$

Unter Voraussetzung des Beharrungszustandes der Bewegung (des gleichförmigen Fortlaufes) erhält man demnach, aus dem Vergleiche letzterer Gleichung mit der III. S. 403, wenn man den Zahlenwerth 8 (8 Pfd.) allgemein mit k bezeichnet:

$$p_1 \frac{d^2 l}{D} = T\left[\left(k + \frac{V^2}{171}\right)\left(1 + \frac{300}{\varrho}\right) + 2240 \sin. \alpha\right]$$

Diese Gleichung kann dazu dienen, um k aus Versuchen zu bestimmen, wobei p_1 durch Kolbendiagramme der Locomotiven ermittelt wurde.

Aus den Versuchswerthen und Formeln von Pambour, Harding und Gooch stellte Redtenbacher in seinem oft citirten Werke: „Die Gesetze des Locomotivbaues" eine Gleichung für den Widerstand des Trains und der Locomotive auf, die jedenfalls beachtenswerth ist, jedoch den allerneuesten Erfahrungen gemäss zu grosse Werthe giebt[1].

talen und geraden Bahnstrecke fördern können $T = \frac{11345,40}{8,76} = 1295,13$ Tonnen, was demnach einer Leistung entspricht von:

$$T \,.\, V = 1295,13 \,.\, 11,4 = 14764,48 \text{ Meilen-Tonnen,}$$

oder da 11,4 engl. Meilen = 19 Kilometer und 1295,13 engl. Tonnen = 1315,85 franz. Tonneaux sind:

$$T^1 V^1 = 1315,85 \,.\, 19 = 25001,15 \text{ Kilometer-Tonneaux.}$$

Diese Leistungen, verglichen mit denen der stärksten Maschinen vom Jahre 1832 (S. 269) zeigt eine Vermehrung um mehr als das Siebenfache. Der Verfasser hält es übrigens für richtiger, das Glied $\left(1 + \frac{300}{\varrho}\right)$ so einzuführen, wie die Formel im Texte erkennen lässt.

1) Für englische Maasse setzt Redtenbacher den Totalwiderstand W^1:

$$W_1 = T_1 (6 + \tfrac{1}{15} V_1) + L_1 (14 + 0,5 V_1) + 0,0025 (F_1 + \tfrac{1}{4} if) V_1^2 + 2240 \sin. \alpha (T_1 + L_1) + K_1 + \tfrac{1}{7} W_1.$$

Hier bezeichnet T_1 das Gewicht des Trains in engl. Tonnen, L_1 das der Locomotive in eben solchen Tonnen, V_1 die Geschwindigkeit des Trains in engl. Meilen pro Stunde, F die Stirnfläche der Locomotive, f die eines Wagens und i die Anzahl der letzteren, sowie endlich K_1 den Widerstand der Bahnkrümmungen darstellt. Für letzteren Werth entwickelt Redtenbacher (S. 17 a. a. O.) den Ausdruck $K = T_1 \varphi \frac{e + \Delta}{\varrho}$, wenn φ den Reibungscoefficienten für das Schleifen der Räder auf der Bahn ($\varphi = \tfrac{1}{3}$ gesetzt?), e die halbe Spur-

Ausser den angeführten Bestrebungen englischer Ingenieure, durch wiederholte Versuche zutreffendere Anhaltspunkte über den Widerstand der Fuhrwerke auf Eisenbahnen zu gewinnen, sind zwar auch französische und deutsche Ingenieure und Sachverständige bemüht gewesen, zur Lösung der vorliegenden wichtigen Aufgabe Beiträge zu liefern (in Frankreich Lechatelier, Polonceau, Gouin, Foquenot[1]), Dieudonné[2]) u. A., in Deutschland Garcke[3]), Welkner[4]), Schmidt[5]), Kirchweger[6]), v. Weber[7]) etc.), zur Zeit (Ende 1867) ist das erwünschte Ziel indess noch als unerreicht zu bezeichnen.

Hervorgehoben zu werden verdient, dass der leider kürzlich verstorbene Präsident des Pariser Ingenieur-Vereins (Société des Ingenieurs-Civils) Perdonnet bereits 1865 einen Preis von 2000 Franken für Lösung der fraglichen Aufgabe ausschrieb, deren Programm sich an der unten citirten Stelle[8]) abgedruckt vorfindet und wobei im Eingange das Thema folgendermaassen übersichtlich zusammengefasst ist: „Déterminer, par des expériences multipliées, la résistance de véhicules et des machines locomotives à la fraction sur chemin de fer, en tenant compte de toutes les circonstances qui peuvent les modifier.“

Bis jetzt (Ende 1867) scheinen sich nur die unten citirten französischen Ingenieure um Lösung dieser Aufgabe und Erlangung des Perdonnet'schen Preises bemüht zu haben. Indess lassen auch diese Versuche noch zu wünschen übrig[9]), und kann sich der Verfasser nur dazu verstehen, die daraus nach Harding gemodelten Formeln für den Zugwiderstand unten zu notiren[10]),

weite der Bahn und Δ den halben Achsstand der Wagen bezeichnet, endlich ϱ der Krümmungshalbmesser der Bahnstrecke ist. Auch diese Formel für den Curvenwiderstand hat gar keine praktische Bedeutung, obwohl sie die bei der Aufstellung einer solchen vor Allem zu beachtende Grösse, wie Achsstand und Spurweite in Betracht zieht. Offenbar gilt diese Formel nur für einen vierrädrigen isolirten Wagen, nicht aber für einen Train aus einer beliebigen Anzahl von Fuhrwerken, gar nicht zu gedenken, dass nicht unwichtige Elemente ausser Betracht geblieben sind.

1) Eine Uebersicht der von französischen Ingenieuren angestellten Versuche findet sich in Perdonnet's Traité élémentaire des chemins de fer, Vol. 3, p. 415 u. s. w. und in Vol. 4, p. 371 u. s. w.

2) Colburn's Engineering, Vol. 4 (1867), Nr. 93, p. 340 u. s. w. Eine Uebersicht der Resultate, welche von den Ingenieuren Vuillemin, Guébhard und Dieudonné aus Versuchen auf der französischen Ostbahn erlangt worden.

3) Garcke (Versuche auf der Thüringischen Eisenbahn) in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 5 (1855), S. 228 u. s. w.

4) Die Locomotive, Göttingen 1859.

5) Zeitschrift des österreichischen Ingenieurvereins, Jahrgang 1857, S. 338 und 474.

6) Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover, Jahrgang 1862, S. 229.

7) Heusinger's Organ, Bd. 18 (1863), S. 1.

8) Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 4, p. 381.

9) Eine Kritik der Versuche von Vuillemin, Guébhard und Dieudonné findet sich in dem Journale „The Engineer“ vom 25. October 1867, p. 361.

10) Colburn's Engineering vom 25. October 1867, p. 385 (französische

bis auf Weiteres aber den Ausdruck zur Berechnung der Zugkraft hier aufzunehmen, welchen sich derselbe (seit dem Bekanntwerden der gedachten Versuche) bei sogenannten Handrechnungen seiner Vorträge bedient.

Für französische Maasse und Gewichte setze ich (in Ermangelung eines Bessern, nach den Resultaten bisheriger Versuche) den Widerstand des Trains und der Locomotive in Kilogrammen $= W$:

I. $W = (Q + q)(1{,}80 + 0{,}10\,V) + L\,(4{,}50 + 0{,}30\,V) + 1000\,T \sin.\alpha + 0{,}009\,A\,V^2$,

worin Q das Gewicht der sämmtlichen Wagen, q das des Tenders, L das Gewicht der Locomotive in Tonnen à 1000 Kilogr. = 2000 Zollpfund, V die Fahrgeschwindigkeit in Kilometern pro Stunde bezeichnet, α den Steigungswinkel der Bahn und A die dargebotene Fläche für den Luftwiderstand in Quadratmetern ausdrückt, sowie endlich $T = Q + q + L$ ist. Nach dem vorher

Maasse), W^1 bezeichnet den Widerstand der passiven Wagen von Q Tonnen Gewicht ohne Locomotive.

1. Für Güterzüge:

Wenn mit Oel geschmiert wird: $\frac{W^1}{Q} = 1{,}65 + 0{,}05\,V$

„ „ Fett „ „ $\frac{W^1}{Q} = 2{,}30 + 0{,}05\,V$

(Für Geschwindigkeiten (V) von 12 bis 32 Kilometern pro Stunde (oder 7,49 bis 19,87 engl. Meilen) oder auch 1,617 bis 4,312 deutsche Meilen.)

2. Für Personen- und gemischte Züge, mit Geschwindigkeiten pro Stunde von 32 bis 50 Kilometern (19,87 bis 31,0 engl. Meilen oder 4,31 bis 6,73 deutsche Meilen):

$$\frac{W^1}{Q} = 1{,}80 + 0{,}08\,V + \frac{0{,}009\,A\,V^2}{Q}$$

3. Für Personenzüge, mit Geschwindigkeiten pro Stunde von 50 bis 65 Kilometer (31,0 bis 40,36 engl. Meilen oder 6,73 bis 8,76 deutsche Meilen):

$$\frac{W^1}{Q} = 1{,}80 + 0{,}08\,V + \frac{0{,}006\,A\,V^2}{Q}$$

4. Für Schnellzüge (Courierzüge), 8 bis 10 Wagen mit Geschwindigkeiten pro Stunde von 70 bis 80 Kilometer (oder 43,47 bis 49,68 engl. Meilen oder 9,42 bis 10,78 deutsche Meilen):

$$\frac{W^1}{Q} = 1{,}80 + 0{,}14\,V + \frac{0{,}004\,A\,V^2}{Q}$$

Ueberall soll A nur die Stirnfläche des Trains in Quadratmetern bezeichnen und wird gerathen $A = 5$ Quadratmeter zu setzen. Jedenfalls ist für Personen- und Schnellzüge diese Annahme doppelt falsch und dürfte die Pambour'sche (S. 411, Note) oder Redtenbacher'sche Regel zu wählen oder endlich nach dem von Garcke gemachten Vorschlage (die vorher citirten Versuche auf der Thüringer Bahn) zu verfahren sein. Letzterer Ingenieur setzt A = Querschnitt des grössten Wagens + 5 Quadratfuss mal Zahl der Achsen (bei dem aus 24 Achsen bestehenden Versuchstrain 85 + 5 . 24 = 205 Quadratfuss). Man erkennt leicht, dass die möglichst entsprechende Bestimmung von A um so wichtiger wird, je schneller man fährt, je grösser also V ist.

(S. 412) bereits Mitgetheilten dürfte die Bemerkung kaum erforderlich sein, dass die mit der ersten Potenz der Geschwindigkeit behafteten Glieder die Widerstände darstellen, welche die Bahnunebenheiten und die schlängelnde Bewegung des Bahnzuges veranlassen[1]).

Ausser, dass der Curvenwiderstand unbeachtet geblieben ist, hat man in vorstehender Formel auch Windstille vorausgesetzt. Bei Seitenwind kann sich aber u. A. nach Clark (Railway-Machinery, p. 301) der Trainwiderstand um 20 Proc. und mehr vergrössern. Kommen scharfe Curven und schlecht unterhaltene Bahn und Wagen hinzu, so kann die Vergrösserung bis auf 80 Proc. wachsen.

Um zu beurtheilen, welche Resultate vorstehende Formel (unter den gemachten Voraussetzungen) giebt, benutzen wir dieselbe zur Berechnung des Zugwiderstandes und der correspondirenden widerstehenden Arbeit der S. 388 beschriebenen und abgebildeten Locomotive „Teufelsmauer“ der Braunschweiger Bahnen.

Nach den zuverlässigen Mittheilungen des Herrn Baurath Scheffler in Braunschweig zog diese Maschine, bei nicht zu ungünstigem Wetter, auf einer Steigung von $^1/_{80}$ auf der 1,98 deutsche Meilen langen Strecke von Holzminden nach Stadtoldendorf 40 Achsen (20 Wagen) beladener Kohlenwagen und einen (dreiachsigen) Vorläufer, in Summa 43 Achsen im Gewichte von 6550 Zollcentner, und brauchte dazu 45 Minuten Fahrzeit. Ausdrücklich hervorgehoben wird hierbei, dass diese Resultate die Maximalleistung der Locomotive sind.

Die Belastung der gekuppelten Maschinenachsen betrug 690 Ctnr., das Gewicht der Locomotive im fahrbaren Zustande war 800 Ctnr., das des Tenders 400 Ctnr. Am Kessel zeigte das Manometer eine Dampfspannung von $6^2/_3$ Atmosphären Ueberdruck.

Hiernach ist

$$Q = \frac{6550}{20} = 327{,}5 \text{ Tonnen,}$$

$$L = \frac{690}{20} = 34{,}5 \text{ Tonnen,}$$

$$q = \frac{400 + (800 - 690)}{20} = \frac{510}{20} = 25{,}5 \text{ Tonnen,}$$

$$Q + q = 327{,}5 + 25{,}5 = 353 \text{ Tonnen,}$$

$$T = 353 + 34{,}5 = 387{,}5 \text{ Tonnen.}$$

Ferner ist $V = 1{,}98 \cdot \frac{60}{45} = 2{,}64$ deutsche Meilen pro Stunde $= 2{,}64$

1) In die obige Formel einen Ausdruck für den Curvenwiderstand aufzunehmen, hielt der Verfasser für unangemessen, da sich dieser Widerstand durchaus nicht in einfacher Weise ausdrücken lässt und die in letzterer Beziehung gemachten Bemühungen (wie die Perdonnet'sche Formel, Vol. 3, p. 405 seines Traité élémentaire des chemins de fer und die noch sorgfältiger verfasste von Schmidt in der Zeitschrift des österr. Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1857, S. 388) als unzureichend bezeichnet werden müssen. Wie man annäherungsweise rechnen könnte, wurde bereits oben (S. 413 u. 414) gezeigt. Leider sind auch die Versuche Vuillemin-Dieudonné's hinsichtlich der Curvenwiderstände und der Reibungen der Locomotiven höchst unvollständig.

$\times$ 7,42 = 19,59 Kilometer, *sin.* $\alpha = {}^1/_{80}$; daher wenn A = 7 Quadratmeter[1]) gesetzt wird, nach unserer Formel[2]) W = 6554,86 Kilogr. = 14453,466 Pfd. engl.

Die widerstehende Arbeit = $\mathfrak{A}$ pro Secunde beträgt demnach, wenn man beachtet, dass 19,59 Kilometer pro Stunde einer Geschwindigkeit von 5,44 Meter pro Secunde entsprechen:

$$\mathfrak{A} = 6554{,}86 \,.\, 5{,}44 = 35658{,}44 \text{ Meterkilogramm}$$

oder in Maschinenpferdekräften = N ausgedrückt:

$$N = \frac{35658{,}44}{75} = 475{,}30.$$

Nach **Redtenbacher's** Formel (S. 414, Note 1) würde man erhalten haben:

$$N = 523,$$

dagegen nach **Clark** (S. 413 u. 414):

$$N = 463\,^{3)}.$$

Hiernach bestätigt sich die bereits früher gemachte Bemerkung, dass die **Redtenbacher'sche** Formel etwas zu grosse Werthe giebt.

Untersucht man, welche Tonnenzahl = Q^1 die Maschine „Teufelsmauer" unter sonst gleichen Umständen auf einer ganz horizontalen Bahnstrecke (wahrscheinlich) ziehen kann, so findet sich:

$$Q^1 = 1630{,}97 \text{ Tonnen}^{4)}.$$

1) Hätte man die Fläche A in der S. 416 (Note) angegebenen Weise bestimmt, so würde man erhalten haben: $A = 8{,}40 + 0{,}5 \,.\, 48 = 32{,}4$ Quadratmeter. Wird dieser Werth für A, statt oben 7 Quadratmeter in Rechnung gebracht, so ändert dies das Endresultat, wegen der **geringen Fahrgeschwindigkeit** der (Güterzug-) Maschine, fast gar nicht.

2) Speciell erhält man:

$$W^{Kil.} = 353\,(1{,}8 + 0{,}10 \,.\, 19{,}59) + 34{,}5\,(4{,}50 + 0{,}30 \,.\, 19{,}59) + \frac{387{,}5 \,.\, 1000}{80}$$
$$+ 0{,}009 \,.\, 7\,(19{,}59)^2, \text{ d. i.}$$
$$W^{Kil.} = 1326{,}93 + 358{,}0 + 4843{,}75 + 24{,}177 = 6554{,}86 \text{ Kilogramm.}$$

Hätte man A zu 32,4 Quadratmeter in Rechnung gebracht, so würde man statt des letzten Gliedes 24,177 den Werth 111,91 und als Endresultat 6640,59 Kilogramm erhalten haben. Die widerstehende Arbeit hätte sich ergeben zu 36124,81 Meterkilogr. und die Zahl der Maschinenpferdekräfte zu $N = \frac{36124{,}81}{75} = 481{,}66$. (Also nur etwa 6 mehr wie oben, was an der verhältnissmässig **geringen** Fahrgeschwindigkeit liegt.)

3) 2,64 deutsche Meilen sind gleich 2,64 . 4,61 = 12,17 engl. Meilen, so dass sich nach **Clark** W berechnet zu:

$$W = 387{,}5\left[8 + \left(\frac{12{,}17}{171}\right)^2 + \frac{2240}{80}\right], \text{ d. i.}$$
$$W = [8 + 0{,}87 + 28] = 14287 \text{ Pfd. engl.}$$

Da ferner 12,17 engl. Meilen pro Stunde = 17,84 Fuss Geschwindigkeit pro Secunde sind, so ergiebt sich als widerstehende mechanische Arbeit = $\mathfrak{A}$:

$$\mathfrak{A} = 14287 \,.\, 17{,}84 = 254880 \text{ Fusspfund oder}$$
$$N = \frac{254880}{550} = 463 \text{ Maschinenpferde.}$$

4) Man erhält nämlich nach der vom Verfasser empfohlenen Formel:

Mit Hinzurechnung des Tendergewichts also:

$$Q^1 + q = 1656{,}47 \text{ Tonnen.}$$

Dann würde also die geleistete mechanische Arbeit bei der Fahrgeschwindigkeit von 12,17 engl. Meilen pro Stunde betragen haben:

$$1656{,}47 \,.\, 12{,}17 = 20159{,}24 \text{ Meilen-Tonnen.}$$

Diese Leistung ist also das Zehnfache einer der stärksten Locomotiven, z. B. der Maschine „Atlas" im Jahre 1832 (S. 269).

Wir untersuchen schliesslich nur noch, welche Grösse der sogenannte Adhäsionscoefficient oder das Verhältniss des Trainwiderstandes zu dem Gewichte, welches auf den Triebrädern ruht, d. i. f_a (S. 249) haben muss, damit die Triebräder der Locomotive „Teufelsmauer" während der Fahrt nicht glitschen.

Mit Bezug auf die bereits S. 249 über denselben Gegenstand gemachten Erörterungen erhalten wir zuerst allgemein:

$$\text{II.} \quad c \,.\, W = 1000 \,.\, f_a \,.\, L_1,$$

W in Kilogrammen und L_1 in Tonnen à 1000 Kilogramm = 2000 Zollpfd. als das auf den Triebrädern ruhende Gewicht vorausgesetzt. Nimmt man $c = 1$, so ergiebt sich 1):

$$f_a = \frac{W}{1000 \,.\, L_1},$$

also für die Locomotive „Teufelsmauer":

$$f_a = \frac{6554{,}86}{1000 \,.\, 34{,}5} = \frac{1}{5{,}26}.$$

Hiernach wird diese Locomotive, wenn sie die angegebene Maximallast von 353 Tonnen auf der schiefen Ebene von $1/_{80}$ Ansteigung bei einigermaassen schlechtem Wetter ziehen soll, die Sandstreuvorrichtung (S. 353, Fig. 246) durchaus nicht entbehren können 2).

$$6554{,}86 = (Q_1 + 25{,}5)\ (1{,}80 + 0{,}10 \,.\, 19{,}59) + 34{,}5\ (4{,}50 + 0{,}3 \,.\, 19{,}59) + 24{,}18,$$
$$6554{,}86 = (Q_1 + 25{,}5) \,.\, 3{,}759 + 34{,}5 \,.\, 20{,}172 + 24{,}18 \text{ und hieraus:}$$
$$Q_1 = 1630{,}97 \text{ Tonnen.}$$

1) Redtenbacher (Locomotivenbau, S. 279) nimmt $c = 1{,}1$ und zu betreffenden Gewichtsberechnungen $f_a = 1/_6$, entsprechend dem Zustande der Schienen und Räder bei feuchtem, nebligem Wetter. Für ganz trockne Witterung, wenn die Schienen leicht bestaubt sind, soll nach demselben Schriftsteller $f_a = 1/_3$ und bei Regen und Schneewetter $f_a = 1/_{10}$ sein. Hinzuzufügen ist, dass bei Glatteis der Adhäsionscoefficient bis auf $1/_{20}$ herabsinken kann.

Gegenwärtig sind die meisten Fachmänner der Ansicht, dass man beim Construiren $f_a = 1/_9$ bis $1/_7$ nimmt.

2) Der oben rühmlichst erwähnte Eisenbahn-Ingenieur und jetzige Locomotivenfabrikant Krauss in München hält, nach seinen Erfahrungen, bei starkem Nebel, selbst bei Anwendung von gutem Sand, für das sogenannte Anfahren der Züge einen Adhäsionscoefficienten von $1/_6$ als schon zu gross (Heusinger's Organ, Jahrgang 1866, S. 16).

Bei der österreichischen Berglocomotive „Steyerdorf" (S. 357 u. 397), wo nach den Bezeichnungen unserer Formel für W (S. 416) angenommen wurde[1]): $Q = 110$ Tonnen (bei 25 Wagen mit 50 Achsen), $q = 15{,}2$ Tonnen, $L = 42{,}4$ Tonnen, berechnet sich für eine Fahrgeschwindigkeit von $V = 1{,}60$ Meilen oder 12,14 Kilometer pro Stunde, die Steigung $= \frac{1}{50}$ und einen Krümmungshalbmesser $\varrho = 113{,}8$ Meter[2]):

$$W = 4599{,}12 \text{ Kilogramm},$$

berechnet sich sonach der Adhäsionscoefficient zu:

$$f_a = \frac{4599{,}12}{1000 \,.\, 42{,}4} = \frac{1}{9{,}2}.$$

Die bergauf beförderten 110 Tonnen oder 2200 Ctnr. entsprechen allerdings noch nicht der Maximalleistung, wie dies bei der Braunschweiger Maschine „Teufelsmauer" der Fall war.

Mittelst Gleichung II. lässt sich auch die wichtige Frage beantworten, wieviel Triebachsen eine Locomotive unter gegebenen Bedingungen erhalten muss. Soll z. B. die fragliche Locomotive Schnellzüge fahren und zwar mit 60 Kilometer Geschwindigkeit pro Stunde und zwar 26 Achsen mit einer Bruttolast von 2000 Ctnr. = 100 Tonnen bei einer Maximalsteigung von $\frac{1}{200}$ ziehen, und soll das Totalgewicht der Locomotive 600 Ctnr. = 30 Tonnen betragen, so erhält man zunächst für den ganzen Zugwiderstand = W nach I.:

$$W = 2895{,}56 \text{ Kilogramm}^{3)}.$$

1) Beschreibung der zur Pariser Ausstellung im Jahre 1867 von der k. k. priv. österr. Staats-Bahn-Gesellschaft gesendeten Berglocomotive „Steyerdorf", S. 4.

2) Unter der Annahme, dass der Curvenwiderstand (annähernd) durch Multiplication der ersten beiden Glieder unserer Gleichung S. 416 mit dem Factor $\left(1 + \frac{75}{\varrho}\right)$ (den Krümmungshalbmesser ϱ in Metern vorausgesetzt) bemessen wird, ergiebt sich nämlich (für $A = 8{,}40 + 0{,}5 \,.\, 55 = 35{,}90$):

$$W = \{125{,}2\,(1{,}80 + 0{,}1 \,.\, 12{,}14) + 42{,}4\,(4{,}50 + 0{,}3 \,.\, 12{,}14)\}\left(1 + \frac{75}{113{,}8}\right) + \frac{1000 \,.\, 167{,}6}{50} + 0{,}009 \,.\, 35{,}90\,(12{,}14)^2, \text{ d. i.}$$

$$W = (377{,}35 + 345{,}22)\,(1 + 0{,}66) + 3352 + 47{,}62,$$
$$W = 4599{,}12 \text{ Kilogramm.}$$

Da die Geschwindigkeit von 12,14 Kilometer pro Stunde der von 3,87 Meter pro Secunde gleich kommt, so berechnet sich die widerstehende Arbeit = $\mathfrak{A}$ zu:

$$\mathfrak{A} = 4599{,}12 \,.\, 3{,}37 = 15499{,}03 \text{ Meterkilogramm},$$

oder zu

$$N = \frac{15499{,}03}{75} = 206{,}65 \text{ Maschinenpferde.}$$

In unserer Quelle ist an einer anderen Stelle S. 8 die Zugkraft der Maschine „Steyerdorf" zu 10000 Pfd. und die Fahrgeschwindigkeit zu 10 Fuss pro Secunde (Wiener Gewichte und Fusse) angenommen. Wird hierzu die Maschinenpferdekraft zu 475 Fusspfd. festgesetzt, so ergiebt sich:

$$N = \frac{10000 \,.\, 10}{475} = 210 \text{ Maschinenpferde.}$$

3) Man erhält nämlich:

Daher nach II., wenn $f_a = {}^1/_7$ genommen wird, wegen

$$L_1 = \frac{W}{1000 . f_a}, \text{ d. i.}$$

$$L_1 = \frac{2895{,}56 . 7}{1000} = 20{,}27 \text{ Tonnen oder}$$

$$L_1 = 405{,}4 \text{ Ctnr.}$$

Nähme man die fernere Gewichtsvertheilung in der Art vor, dass auf die Vorderachse 180 Ctnr., auf jede der gekuppelten Hinterachsen 210 Ctnr. kommen, so würde diese Summe den gegebenen 600 Ctnr. als Gesammtgewicht der Locomotive entsprechen.

Nach den bereits früher bei den passiven Eisenbahnfuhrwerken (S. 218) erwähnten „technischen Vereinbarungen" etc. soll auf eine Locomotivachse kein grösseres Gewicht kommen als 216 Ctnr. und bei der Gewichtsvertheilung auf die Vorderachse mindestens ${}^1/_4$ des Maschinengewichts gebracht werden, welchen Bedingungen durch vorstehende Zahlenwerthe genügt wird.

Zusatz. Notizen über Heizfläche, Rostfläche, Wasser- und Brennmaterialverbrauch und über Reparaturkosten der Locomotiven.

1) Heiz- und Rostfläche. Pambour sprach bekanntlich den Satz aus, „dass in dem Feuerkasten und dem Kessel einer Locomotive die Quelle ihrer Leistungen liege"[1]), eine in der That unverkennbare Wahrheit, auf welche hier nur deshalb hingewiesen wird, um die Bedeutung des Gegenstandes noch mehr hervorzuheben.

Wie überall im Gebiete der angewandten Mathematik und Physik, so lässt sich auch die für eine Locomotive erforderliche Heiz- und Feuerfläche berechnen, sobald man die dazu erforderlichen Grundlagen bestimmt zu bilden vermag[2]). Allein letzteres ist mehr oder weniger nicht der Fall, wenn man den Anforderungen der Praxis gehörig Genüge leisten will; weshalb man auch gewöhnlich einfachen Regeln folgt, die man aus Erfahrungen und rationellen Schlüssen zu bilden bemüht gewesen ist.

Da bei den Locomotivkesseln wie bei den Kesseln der stationären Dampfmaschinen (Bd. 1, §. 103) die Grösse der Rostfläche mit der Feuerflächengrösse in einem unmittelbaren Zusammenhange steht, so kann man, mit Clark[3]), zuerst die Rostfläche berechnen und aus dieser die Heizfläche durch die Regel bestimmen, dass letztere das 80- bis 100-Fache der ersteren sein muss, je

$$W = 100\,(1{,}8 + 0{,}1 . 60) + 30\,(4{,}50 + 0{,}30 . 60) + \frac{1000 . 130}{200} + 0{,}009 . 24{,}4\,(60)^2,$$

wobei für A gerechnet ist (Locomotive und Tender dreiachsig vorausgesetzt):

$$8{,}40 + 0{,}50 . 32 = 24{,}4 \text{ Quadratmeter,}$$

daher:

$$W = 100 . 7{,}8 + 30 . 22{,}5 + 650 + 790{,}56 = 780 + 675 + 650 + 790{,}56,$$

d. i.

$$W = 2895{,}56 \text{ Kilogramm.}$$

1) Clark, Railway-Machinery, p. 126.

2) Redtenbacher, Die Gesetze des Locomotivbaues, S. 294.

3) Railway-Machinery a. a. O., p. 307.

nachdem unter sonst gleichen Umständen das Brennmaterial sehr gut oder weniger gut ist und die Heizröhren kurz oder lang sind.

Bezeichnet R die Rostflächengrösse in Quadratfussen, a die Dampfadmission in den Cylindern und zwar in Procenten des Kolbenschubes, W den Widerstand eines Trains und V die Fahrgeschwindigkeit in englischen Meilen, pro Stunde, so ist (annäherungsweise) nach Clark:

$$\text{I.}\quad R = \frac{(0{,}0275\ a + 1{,}75)}{42187}\ T\,.\,V^{1)}.$$

Als Mittelzahl lässt sich dann für die Heizfläche $= H$ setzen:

$$\text{II.}\quad H = 90\,.\,R.$$

Die freie Rostfläche nimmt man gewöhnlich $^1/_4$ bis $^1/_3$ der totalen ($= R$) an.

Das Verhältniss der Heizfläche des Feuerkastens zur Gesammtheizfläche setzt man meistens $^1/_{13}$ bis $^1/_{12}$. (Man vergleiche hiermit die Dimensionen der vorher beschriebenen und besprochenen Locomotiven Egestorff's, Beyer's, Borsig's, Kessler's etc.)

2) Wasserverbrauch. Auch zur Ermittelung des Dampf- und beziehungsweise Wasserverbrauchs einer Locomotive kann man theoretische Formeln ableiten[2]), allein auch hier giebt man Erfahrungswerthen den Vorzug und ganz besonders solchen, welche unter Mitbenutzung von sogenannten Indicator-(Dampfkolben-) Diagrammen gewonnen sind.

Bis auf Weiteres kann man für Annäherungsrechnungen den Wasserverbrauch pro Pferdekraft und pro Stunde als lediglich (?) von der Admissionsgrösse ($= a$ wie vorher) des Dampfes in den Cylindern abhängig betrachten und nach Clark setzen: $(0{,}22\ a + 14)$ Pfd., also für eine Locomotive von

1) An anderer Stelle (a. a. O., p. 117 u. 307) findet Clark das pro Stunde und per Pferdekraft erforderliche Cokesquantum zu $(0{,}0275\ a + 1{,}75)$ Pfd. engl. Wird nun weiter angenommen, dass auf jedem Quadratfusse Rostfläche 100 Pfd. Cokes verbrannt werden können, so ergiebt sich, wenn N die Zahl der Maschinenpferdekräfte der Locomotive ist:

$$R = \frac{(0{,}0275\ a + 175)}{100}\,.\,N,$$

oder weil N, wenn die Zugkraft ($= W$) in engl. Pfunden und die Fahrgeschwindigkeit $= V$ in engl. Meilen pro Stunde bezeichnet,

$$N = \frac{5280\,.\,V}{60\,.\,33000} = \frac{88\,.\,V}{33000}\ \text{ist, auch}$$

$$R = \frac{(0{,}0275\ a + 1{,}75)}{100}\,.\,\frac{88\,.\,T\,.\,V}{33000} = \frac{(0{,}0275\ a + 1{,}75\ T\,.\,V)}{37500}.$$

Bei der Formel, von welcher soeben ausgegangen wurde, war vorausgesetzt, dass man mit 1 Pfd. Cokes im Stande sei, 8 Pfd. Wasser zu verdampfen. Nimmt man dagegen an, dass man 9 Pfd. Wasser mit 1 Pfd. Cokes zu verdampfen vermag, multiplicirt also letzteren Werth mit $^8/_9$, so erhält man die Gleichung I. Welkner findet aus seinen Versuchen (a. a. O., S. 86):

$$R = \frac{0{,}16\ a + 18}{900}\,.\,N,$$

wenn N die als Maximalleistung zu entwickelnden Maschinenpferde bezeichnet.

2) Pambour's Handbuch über Dampfwagen, deutsch von Schnuse, S. 246 und Redtenbacher, Die Gesetze des Locomotivbaues, S. 293.

N Maschinenpferden im Maximum, wenn der englische Cubikfuss Wasser zu 62,50 Pfd. angenommen wird, in Cubikfussen $= S$ pro Stunde:

$$S = \frac{(0,22\ a + 14)\ N}{62,50}.$$

Welkner (a. a. O., S. 71) setzt statt letzterer Gleichung:

$$S = \frac{(0,16\ a + 18)\ N}{62,30}.$$ [1]

Die aus solchen Formeln berechnete Wassermenge entspricht niemals dem wirklichen Wasserverbrauch im Tender, weil der aus dem Kessel in die Cylinder übergehende Dampf nie ganz trocken ist, sondern eine mehr oder weniger grosse Menge Wasser in fein zertheiltem Zustande mit sich führt, ferner stets ein gehöriger Dampfvorrath im Kessel vorhanden sein muss, welcher ein Abblasen der Sicherheitsventile und demnach einen ferneren Dampfverlust zur Folge hat, etwaiger Condensationen des Dampfes in den Röhren, Canälen und Cylindern, Undichtigkeiten von Pumpen, Probirhähnen, das Ueberkochen oder sogenannte „Spucken" der Maschine, noch gar nicht gedacht.

Das in der Note dieser Seite berechnete Wasserquantum von 101,9 Cubikfuss pro Stunde erforderte daher auch 120 Cubikfuss Wasser im Tender[2]), so dass also hier der Verlust 17 Proc. betrug.

Pambour schätzte seiner Zeit diesen Verlust auf wenigstens 24 Proc.[3]),

1) Wie man mit Zuziehung eines Dampfkolben- (Indicator-) Diagrammes den Wasserverbrauch einer gegebenen Locomotive berechnen kann, erhellt aus folgendem, dem Welkner'schen Buche, die Locomotive (S. 66 und 70), entlehntem Beispiele. Die hannoversche Maschine Nr. 106 hatte (zur Zeit der Welkner'schen Versuche) Cylinder von 19 Zoll Durchmesser und von 27 Zoll Hub, Triebräder von 4 Fuss 6 Zoll Durchmesser und das betreffende Diagramm wurde beschrieben, als der Dampfeintritt nach 46 Proc. des Kolbenweges abgesperrt war und die Fahrgeschwindigkeit der Locomotive 2,3 geographische Meilen pro Stunde betrug. Aus dem Diagramme wurde zunächst die mittlere effective Dampfpressung zu 45,5 Pfd. (Ueberdruck) ermittelt, so dass sich aus den sonst bekannten Dimensionen die Zahl der Maschinenpferdekräfte $= N$, welche die Maschine entwickelte, berechnet, nach Gleichung S. 403, zu:

$$N = 45,5\ \frac{(19)^2 \,.\, 27 \,.\, 2,3}{976 \,.\, 4,5} = 232.$$

Ferner wurde ermittelt (Welkner a. a. O., S. 51, 52 und 70), dass das Aequivalent an Wasser, am Ende der Admissionsperiode 12 Cubikzoll engl. betrug, wovon 0,88 Cubikzoll Wasser noch abgezogen werden mussten, welche dem der Compression unterworfen gewesenen Dampfe entsprachen, so dass jede Cylinderfüllung 11,12 Cubikzoll Wasser erfordert hatte. Während eines Triebradumganges wurden also $4 \,.\, 11,12 = 44,48$ Cubikzoll und bei 66 Umgängen pro Minute $66 \,.\, 44,48 = 2935$ Cubikzoll Wasser verbraucht. Dies giebt pro Stunde 101,9 Cubikfuss oder den Cubikfuss Wasser zu 62,3 Pfd. gerechnet, pro Stunde: 6349 Pfd. Wasser, also pro Pferdekraft und pro Stunde

$$\frac{6349}{232} = 27,2 \text{ Pfd. Wasser.}$$

2) Welkner a. a. O., S. 94.

3) Theoretisch-praktisches Handbuch über Dampfwagen, deutsch von Schnuse, S. 174.

Lechatelier fand denselben zu 18 Proc.[1]), Clark[2]), der nach Wissen des Verfassers die ausgedehntesten neueren Versuche anstellte, ermittelte diesen Verlust, bei verschiedenen Maschinen und unter abweichenden Umständen und Verhältnissen, von 3,2 Proc. bis 32,5 Proc.[3]). Die kleinsten Verluste ergaben sich bei Innencylindern mit geringer Dampfadmission, die grössten bei Aussencylindern mit grossen Admissionen, bei ungünstigen Constructionsverhältnissen und unreinem Kesselwasser.

3. Brennmaterialienverbrauch. Wollte man ohne Weiteres aus der vorher berechneten Wassermenge in Pfunden das erforderliche Gewicht an Brennmaterial berechnen, so müsste man vorher durch Versuche genau bestimmt haben, das wievielfache Gewicht Wasser mit der Einheit desselben Brennmaterials verdampft werden kann[4]).

Allein selbst wenn dies der Fall wäre, würde das betreffende Resultat nicht völlig mit der Erfahrung stimmen, weil zu viel besondere Umstände mitsprechen, welche das Ergebniss modificiren.

Allerdings steht die Grösse des Verbrauchs an Brennmaterial in directem Verhältniss zur Leistung der Locomotive, allein selbst auf einer durchaus horizontalen Bahn würden sich bei gleichen Leistungen dennoch verschiedene Endresultate im Brennmaterialverbrauche finden, weil solches von der Beschaffenheit der Maschinen oder der Bedienung derselben oder endlich von beiden zugleich abhängen kann. Ebenso spielen atmosphärische Einflüsse eine nicht unbedeutende Rolle, ferner die Länge der durchfahrenen Strecke, die Pausen in der Unterbrechung der Fahrt, u. dgl. m.

In den Betriebsnachweisungen der Eisenbahnen giebt man gewöhnlich den

1) Guide du Mécanicien-Constructeur etc., Paris 1851, p. 523.

2) Railway-Machinery, p. 142, of the loss of water and steam by priming and condensation.

3) Ebendaselbst p. 151.

4) Wie bereits S. 33 in der Note bemerkt, nimmt man gewöhnlich an, dass in einem gut construirten Locomotivkessel bei richtiger Feuerung jedes Pfund verbrannte Cokes oder Steinkohlen 8 bis 9 Pfd. Wasser verdampfen kann. In der citirten Note wurde das von der hannoverschen Locomotive Nr. 106 pro Stunde verdampfte Wasserquantum zu 6349 Pfd. berechnet. Man würde demnach hierzu mindestens $\frac{6349}{8} = 793{,}6$ Pfd., d. i. pro Pferdekraft $\frac{793{,}6}{232} = 3{,}42$ Pfd. Cokes verbrennen müssen.

Da der betreffende Wasserdampf eine Spannkraft von 6 Atmosphären Ueberdruck hatte, seine Temperatur also nach Bd. 1, S. 455 in Celsius-Graden 160,2 betrug, so enthält 1 Pfd. dieses Dampfes, ebenfalls nach S. 455:

$$606{,}5 + 0{,}305 \,.\, 160{,}2 = 655{,}36 \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Demnach hätte die hannoversche Locomotive Nr. 106 das $\frac{6349}{655{,}36} = 9{,}6$fache Wasser mit der Einheit Brennmaterial verdampft, was gewiss unrichtig sein würde, wäre nicht ganz zuverlässig zu vermuthen, dass man vorgewärmtes Wasser (durch die Kirchweger'sche Vorwärmvorrichtung S. 321) in Anwendung gebracht hat.

Cokesverbrauch pro Locomotiv-Meile an und veranschlagt danach im Voraus den muthmaasslichen Verbrauch an Brennmaterial für den Betriebs-Etat[1]).

Aus solchen Angaben entnimmt man dann, dass Schnellzugsmaschinen auf flachen Bahnen, bei Trains von 24 bis 30 Personenwagenachsen 130 bis 140 Pfd. Steinkohlen oder Cokes pro Meile verbrauchen, Gütermaschinen bei voller Belastung 240 bis 270 Pfd. und mehr bedürfen etc. etc.[2]).

Um einen Vergleich des Cokesverbrauchs auf eigener Bahn, aber für verschiedene Jahrgänge und mit anderen Bahnen anzustellen, ist die Berechnung nach Locomotivmeilen kein richtiger Maassstab, weil dabei auf das Gewicht

1) So lässt sich u. A. aus den Nachweisungen über den Bau und Betrieb der hannoverschen Eisenbahnen folgende Zusammenstellung machen:

Locomotivenzahl	212			215		224
Betriebsjahr..	$18\frac{60}{61}$	$18\frac{61}{62}$	$18\frac{62}{63}$	$18\frac{63}{64}$	$18\frac{64}{65}$	$18\frac{65}{66}$
Jährlich gefahrene Locomotiv-Meilen	489953	522025	562545	610997	647870	687790
Durchschnittliche Stärke der Züge ..	38 Achsen.	40,7 Achs.	40,8 Achs.	41,0 Achs.	41,8 Achs.	41,9 Achs.
Durchschnittlicher Cokesverbrauch pro Meile ..	167 Pfd.	168 Pfd.	172 Pfd.	183 Pfd.	187 Pfd.	186 Pfd.

2) Ein anderer Schätzungsmodus des Brennmaterialverbrauchs lässt sich u. A. nach den Principien feststellen, auf welche bei den hannoverschen Staats-Eisenbahnen die Ertheilung von Kohlenprämien (unter dem 15. November 1867) basirt sind. Hier werden als Maximalsätze des Kohlenverbrauchs festgesetzt:

1. für das jedesmalige Anheizen einer Maschine 300 Pfd. Steinkohlen (ausserdem zum Anzünden 60 Pfd. trockenes Brennholz);
2. für jede Stunde, in welcher die Maschine vollkommen dienstfähig Reserve steht 30 „ „
3. für jede Stunde, in welcher die Maschine Rangirdienste leistet .. 90 „ „
4. für jede leer oder vor einem Zuge zurückgelegte Locomotivmeile bei den Maschinen:

der Züge nicht Rücksicht genommen wird[1]). Daher ist man zur Berechnung (namentlich zum Zwecke der sogenannten Cokesprämien) auf Achsmeilen übergegangen, aber auch hier musste man erkennen, dass dies Verfahren immer noch unsicher ist, weil hierbei noch leere Achsen den beladenen gleich gerechnet werden, und insbesondere ist aber dieser Weg dann nicht mehr genau, wenn ein Vergleich des Brennmaterialverbrauchs verschiedener Bahnen angestellt werden soll.

Der einzige sichere Maassstab dürfte der sein, die bei der Beförderung eines Trains geleistete Arbeit (Gewicht des Zuges mal zurückgelegter Weg) mit dem verbrauchten Brennmaterialquantum in Vergleich zu bringen oder die Berechnung nach Hundert (oder Tausend) Centner-Meilen vorzunehmen[2]).

	Auf den Flachland-strecken.	Auf den Gebirgsland-strecken.
	Steinkohlen.	
a) für Maschinen mit einer Triebachse oder Maschinen mit einer Triebachse und einer Kuppelachse	80 Pfd.	90 Pfd.
b) für jede beförderte Wagen-Achsmeile, wobei unbeladene offene Güterwagen zu zwei Achsen für eine, Personen- und bedeckte Güterwagen dagegen stets als beladen in Rechnung gestellt werden:		
α. in den Courier- und Schnellzügen	4 „	$5^1/_2$ Pfd.
β. in den Personenzügen	3 „	5 „
γ. in den Güter- und gemischten Zügen, sowie in den Arbeits- und Militärzügen	2 „	4 „

Hiernach berechnet sich, beispielsweise, für einen aus 30 Achsen bestehenden Personenzug das auf einer Flachlandstrecke erforderliche Brennmaterial zu $30 \cdot 3 + 80 = 170$ Pfd. Steinkohlen pro Meile. Schliesslich verdient bemerkt zu werden, dass man bei den gedachten Prämienberechnungen (für jede 100 Pfd. ersparte Kohlen dem Führer $1^1/_2$ Sgr. und dem Heizer $^3/_4$ Sgr.) stets 100 Pfd. Cokes gleich 125 Pfd. Steinkohlen schätzt.

1) Plathner, Ueber die Berechnung des Cokesverbrauchs auf Eisenbahnen: Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 8 (1858), S. 347.

2) Der Verfasser verdankt der Güte des Herrn Baurath Scheffler in Braunschweig, ausser den bereits S. 393 gemachten Angaben über Kohlenverbrauch pro 100 Centner-Meilen der Braunschweiger Maschine „Teufelsmauer", noch nachstehende Angaben, welche sich auf die Maschine „Innerste" (ebenfalls System Behne-Kool) beziehen, die mit zwei gekuppelten Achsen versehen ist und wobei Dimensionen und Gewichte folgende sind:

Cylinderdurchmesser 17 Zoll engl., Kolbenhub 24 Zoll, Durchmesser der Triebräder 4 Fuss 9 Zoll, Belastung der gekuppelten Achsen 420 Zollctnr., Gewicht der Maschine in fahrbarem Zustande 680 Ctnr., Gewicht des Tenders 400 Ctnr., Dampfspannung $6^2/_3$ Atmosphären Ueberdruck.

Von letzterem Gesichtspunkte ausgehend, hat der preussische Ingenieur Plathner interessante und werthvolle Tabellen berechnet [1]), aus welchen sich, der Hauptsache nach, Folgendes ergiebt:

Bei Personenzügen von zwölf preussischen Eisenbahnen schwankte der wirkliche Cokesverbrauch pro hundert Centner-Meilen

im Jahre 1854 von 2,40 bis 10,09 Zollpfd.
„ „ 1855 „ 2,58 „ 8,74 „

eine Schwankung, die bei den leichteren Zügen höher ausfällt als bei den schweren.

Bei den Güterzügen kamen geringere Differenzen vor, beispielsweise im Jahre 1855 von 1,67 bis 3,75 Zollpfd.

Monat.	Durchfahrene Meilen.	Beförderte Achsmeilen.	Durchschnittliche Stärke der Züge in Achsen.	Kohlenverbrauch.	Kohlenverbrauch pro Zugmeile.	Kohlenverbrauch pro Achsmeile.	Beförderte Centnermeilen in den Zügen.	Beförderte Centnermeilen von Maschine und Tender.	Beförderte Centnermeilen in Summa.	Kohlenverbrauch pro 1000 Centner-Meilen des Totalgewichts von Zug und Maschine.	Durchschnittliche Geschwindigkeit der Züge incl. Aufenthalt auf den Stationen.	Bemerkungen.
				Ctnr.	Pfd.	Pfd.				Pfd.	Pro St. in M.	
Januar bis Mai.	1701,5	86843	51	3535	208	4,07	7815870	1837620	9653490	36,62	3,97	Von Januar bis Mai zu Personen- und Güterzügen benutzt auf den Strecken Braunschweig-Oschersleben u. Braunschweig-Hannover. Durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit excl. des Aufenthalts auf den Stationen etwa $4^1/_2$ Meile pr. Stunde.
Juni bis December.	2885,9	269904	93,5	7265	252	2,69	24291460	3116772	27408232	26,51	2,71	Von Juni bis December zu Güterzügen zwischen Oschersleben, Braunschweig u. Hannover benutzt.
Ganzes Jahr.	4587,4	356747	77,8	10800	235	3,02	32107230	4954392	37061622	29,14	3,32	Durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit $3^1/_2$ Meile pro Stunde excl. des Aufenthalts auf den Stationen.

Noch andere Versuchsresultate mit verschiedenen Locomotiven der Braunschweiger Bahnen, insbesondere der Locomotive „Bruno“ (System Behne-Kool) finden sich in Heusinger's Organ, Bd. 17 (1862), S. 16.

1) Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 8, S. 351 und 352.

Eine zweite Tabelle giebt, ohne Rücksicht auf die Art der Züge, den durchschnittlichen Kohlenverbrauch pro hundert Centner-Meilen für achtzehn preussische Bahnen, auf die horizontale Bahn reducirt, an; derselbe schwankte

im Jahre 1854 von 2,40 bis 5,79 Pfd.
„ „ 1855 „ 1,85 „ 6,09 „

Letzterer Werth gehört der Köln-Mindener Bahn an, der von 1,85 Pfd. der Saarbrücker Eisenbahn [1]).

4. Reparaturkosten der Locomotiven. Ausser geringem Brennmaterialverbrauch bei vorgeschriebener Leistung einer Locomotive, wird deren Güteverhältniss noch durch möglichst niedrige Reparaturkosten bestimmt [2]).

1) Als Note folge hier noch vorzugsweise eine Tabelle (aus Perdonnet's „Traité élémentaire des chemins de fer“, troisième édition, Tome 3, p. 60), welche sich auf Locomotiven französischer Bahnen bezieht und als Vergleichsmittel verschiedener vorher gemachter Angaben dienen kann.

	Gewicht der Maschine im dienstlichen Zustande.	Gezogenes Bruttogewicht, den Tender inbegriffen, auf horizontaler Bahn und auf Steigungen bis $^1/_{200}$.	Geschwindigkeit des Trains pro Stunde.		Verdampftes Wasser pro Stunde.		Brennmaterial pro Tonne brutto gezogen auf die Weglänge.		Heizfläche. Feuerkasten.		Heizfläche. Röhren.	
	T.	T.	K.-M.	D. M.*)	Kilogr.	Z.-Pfd.	1 Kilometer in Kilogr.	1 deutsche M. in Zollpfd.	Q.-M	Q.-F.	Q.-M.	Q.-F.
Locomotiven für gemischte Züge der franz. Ostbahn	22,40	120	45,0	6,06	2900	5800	0,054	0,800	5,06	54,45	67,15	722,53
Locomotiven für mittlere Geschwindigkeiten derselben Bahn	24,25	100	55,0	7,41	3000	6000	0,080	1,180	6,34	68,22	71,83	772,89
Schnellzugslocomotiven (System Crampton), dieselbe Bahn .	27,80	88	80,0	10,78	3200	6400	0,080	1,180	8,65	93,17	88,92	955,77
Güterzugslocomotiven bei kleineren Geschwindigkeiten, dieselbe Bahn .	27,39	315	30,0	4,04	3200	6400	0,033	0,489	7,25	78,00	93,24	1003,26
Locomotiven der Ardennen-Bahn	32,50	365	30,0	4,04	5000	10000	0,032	0,237	8,05	86,62	116,65	1255,15

*) 1 deutsche Meile = 7,42 Kilometer = 4,61 engl. Meilen = 0,985 preuss. Meilen = 0,978 österr. Meilen.

2) Einen wichtigen Einfluss auf die Reparaturen einer Locomotive hat die Beschaffenheit des Speisewassers, ob dies viel Kesselstein (Bd. 1, S. 507) absetzt

Da hierbei, der Natur des Gegenstandes nach, die Aufstellung eines Maassstabes geradezu eine Unmöglichkeit ist, so beschränkt sich der Verfasser darauf, sichere Angaben, die sich auf einen Continuitätszustand beziehen, neben anderen hinzustellen, denen mindestens das Prädicat „zu jung“ ertheilt werden muss, weil ohne diesen Zusatz die betreffenden äusserst geringen Reparaturkosten geradezu als frappant zu bezeichnen sind.

Aus den zuverlässigen amtlichen Nachweisungen über den Bau und Betrieb der hannoverschen Eisenbahnen lässt sich folgende Zusammenstellung machen:

Zahl der Locomotiven im Betriebe	78	120	147	185	189	212
Betriebsjahr	$18\frac{51}{52}$	$18\frac{53}{54}$	$18\frac{55}{56}$	$18\frac{57}{58}$	$18\frac{58}{59}$	$18\frac{59}{60}$
Reparaturkosten pro Meile	9 Ggr. 10 Pf.	10 Ggr.	11. 5	11. 10	15. 6	14. 6
Jährlich durchlaufene Meilenzahl (Durchschnittswerthe)	184867	255797	417934	506779	486621	472570
Jährliche Meilenzahl pro Locomotive (Durchschnittswerthe) ..	2370	2131	2843	2739	2627	2229

Zahl der Locomotiven im Betriebe.	212	212	212	215	215	224
Betriebsjahr	$18\frac{60}{61}$	$18\frac{61}{62}$	$18\frac{62}{63}$	$18\frac{63}{64}$	$18\frac{64}{65}$	$18\frac{65}{66}$
Reparaturkosten pro Meile	13. 3	13. 4	13. 8	12. 7	12. 2	11. 5
Jährlich durchlaufene Meilenzahl (Durchschnittswerthe)	489953	522025	562545	610997	647870	687790
Jährliche Meilenzahl pro Locomotive (Durchschnittswerthe)	2311	2462	2653	2841	3013	3070

und ob dieser fest oder locker die betreffenden Wandflächen bedeckt und dadurch die Wände des Feuerkastens und der Feuerröhren mehr oder weniger abnutzt. Reparaturen an letzteren beiden Stellen sind aber gewöhnlich die theuersten.

Die ältesten dieser Locomotiven datiren aus dem Jahre 1845 (Borsig'sche Maschinen) und ihr Anschaffungspreis betrug 10198 Thlr. (14½ Zoll Cylinderdurchmesser, 22 Zoll Kolbenhub, 2 Triebräder, 4 Laufräder). Die jüngsten Maschinen wurden 1866 (von Egestorff in Hannover) geliefert, im Kostenpreise zu 18200 Thlr. (17 Zoll Cylinderdurchmesser, 24 Zoll Hub, 3 gekuppelte Achsen).

Die gedruckte Beschreibung (Wien 1867) der zur Pariser Ausstellung im Jahre 1867 von der k. k. priv. österr. Eisenbahn-Gesellschaft gesendeten Berg-Locomotive „Steyerdorf“ (S. 397) enthält in ähnlicher Weise über die drei Berglocomotiven der Kohleneisenbahn von Orawicza nach Steierdorf Folgendes:

Name der Locomotive.	Zeitraum.	Zurückgelegte österr. Meilen.	Reparaturkosten pro österr. Meile [1]).
Steyerdorf ...	Nov. 1863 b. Ende 1864	2362,7	0,53 Gulden [2]) = 8,83 Sgr.
	das ganze Jahr 1865	1061,7	0,76 „ = 12,6 „
	„ „ „ 1866	2387,1	0,26 „ = 4,33 „
Krassova	1864	1241,8	0,49 „ = 8,16 „
	1865	1667,7	0,47 „ = 7,83 „
	1866	2088,8	0,15 „ = 2,50 „
Gerliste	1864	763,0	0,45 „ = 7,50 „
	1865	1470,6	0,46 „ = 7,66 „
	1866	1424,8	0,34 „ = 5,66 „

1) 1 österr. Meile = 7,586 Kilometer = 4,714 engl. Meilen = 1,0224 deutsche Meilen = 1,0072 preuss. Meilen.

2) Bank-Valuta 83⅓.

Druck von M. Bruhn in Braunschweig.

Bayerische Staatsbibliothek München

Druckfehler - Verzeichniss.

Seite 31, Zeile 1 von oben, ist 410 nach Christo statt 410 vor Christo zu setzen.
„ 83 ist in der oberen Hälfte von Fig. 81 der Winkel γ zu entfernen.
„ 118, Zeile 8 von oben ist mehr statt mehren zu schreiben.
„ 125, „ 27 „ „ ist Fig. 119 statt Fig. 117 zu lesen.
„ 315, „ 2 „ unten ist Trick statt Frick zu setzen.
„ 317, „ 8 „ „ ist 1859 statt 1850 zu schreiben.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Rühlmann, Moritz,

Allgemeine Maschinenlehre ein Leitfaden für Vorträge, sowie zum Selbststudium des heutigen Maschinenwesens, mit besonderer Berü cksichtigung seiner Entwickelung ; für angehende Techniker, Cameralisten, Landwirthe und Gebildete jeden Standes
Bd.: 3

Leipzig 1868

BHS III 83-3
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10708362-0